Ein Fütterungsversuch

mit

C. Paal'schem Glutinpepton.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der hohen medizinischen Fakultät

der

Königl. bayr. Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt

im Juli 1893

von

Otto Ganz
aus Mainz.

Erlangen, 1894.
Druck der Universitäts-Buchdruckerei von E. Th. Jacob.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät Erlangen.

Referent: Prof. Dr. Rosenthal.

Dr. v. Zenker,
d. Z. Dekan.

Die Fortschritte, welche die Lehre von der Verdauung der Eiweisskörper in den letzten 50 Jahren gemacht hat, nehmen ihren Ausgang von der Entdeckung des Pepsins. Erst nachdem Th. Schwann[1]) im Jahre 1836 gezeigt hatte, dass die Eiweissverdauung im Magen nicht durch die Säuren des Magensaftes allein, wie noch Tiedemann und Gmelin[2]) geglaubt hatten, sondern durch ein im Magensaft enthaltenes eiweisslösendes Prinzip im Verein mit jenen Säuren bewirkt werde, begann ein erfolgreiches Studium der Umwandlungen, welchen die wichtigsten Nährstoffe im Magen unterliegen. Schwann, der nach dem Beispiel Spallanzani's[3]) für seine Versuche den Weg der künstlichen Verdauung wählte, nannte das eiweisslösende Prinzip des Magensaftes Pepsin. An diese Bezeichnung sich anlehnend, bezeichnete Lehmann die Gesamtheit der löslichen Stoffe, welche er durch Pepsineinwirkung aus den Eiweisskörpern darstellen konnte, als Pepton. Er hielt das Pepton, richtiger die Peptone für Körper, die in ihrer prozentischen Zusammensetzung den Eiweissstoffen gleich seien, sich aber von diesen in ihrem Verhalten gegen Lösungsmittel und Reagentien unterschieden. Seine Ansicht, die Eiweisskörper müssten bei der Verdauung eine solche Veränderung erleiden, um aus schwer diffusiblen Stoffen in leicht diffusible umgewandelt zu werden, in Stoffe, welche in höherem Grade für die Resorption, d. h. für den Durchgang durch die Darmwand befähigt

---

1) Schwann, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1836. S. 90.

2) Tiedemann u. Gmelin, „Die Verdauung nach Versuchen". Heidelberg u. Leipzig. 1831.

3) Herrn Abt Spallanzani's Versuche über das Verdauungsgeschäft des Menschen und verschiedener Tierarten; nebst einigen Bemerkungen des Herrn Senebier. Uebersetzt und mit einem Register versehen von Dr. Christ. Friedr. Michaelis. Leipzig 1785.

seien, erhielt eine Stütze durch Untersuchungen von Funke[1]), der nachwies, dass das endosmotische Aequivalent des Eiweisses über 100, das der Peptone 7,1—9,9 sei, dass also von den letzteren etwa 12mal so viel wie von dem ersteren durch die trennende Membran eines Dialysators hindurchtrete.

Meissner schied die Peptone in Para-, Meta-, Dys-, a-, b- und c-Peptone, die teils Gemische verschiedener Körper, teils Spaltungsprodukte des bei der Verdauung zerfallenen Albumins waren[2]).

Während nun diese Autoren und besonders noch Hermann[3]) die Ansicht vertraten, dass alle Eiweisskörper erst in leicht diffundierende Peptone umgewandelt würden, ehe sie zur Resorption gelangten, und dass die Peptone nach der Resorption im Organismus zu Eiweisskörpern regeneriert würden, entschied sich Brücke für die Auffassung, die leicht löslichen, durch Ferrocyankalium + Essigsäure nicht mehr fällbaren Peptone seien sekundäre Verdauungsprodukte der ursprünglichen Eiweisskörper, vielleicht auch schon Zersetzungsprodukte, und nur das durch die Magensäuren gelöste, zum Teil in Syntonin verwandelte, aber noch nicht peptonisierte Eiweiss komme zur Resorption. Er begründete diese Auffassung einmal damit, dass die Zeit, welche die Eiweisskörper im Magen zubringen, zu kurz sei, als dass alles Eiweiss peptonisiert werden könnte, und meinte[4]), „Diejenigen, welche die Lehre von den Peptonen, ihrer ausschliesslichen Resorptionsfähigkeit und ihrer Regeneration oder Rekomposition zu Eiweiss, Fibrin etc. aufgestellt oder angenommen haben, sind in der That mit befremdender Leichtigkeit hinweggegangen über die Langsamkeit, mit der die Peptonbildung erfolgt". Denn um Peptone herzustellen, hatte Mulder Eiweisskörper 4 Tage lang der Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit aussetzen müssen, während nach Versuchen von Beaumont die Zeit der Magenverdauung nur auf 6—6$^1/_2$ Stun-

---

1) Funke, Das endosmotische Verhalten der Peptone. Virchow's Archiv, Bd. XIII, S. 449.

2) Meissner, Zeitschrift f. rat. Medizin, III. Reihe, Bd. X. 1861.

3) Hermann, Ein Beitrag zum Verständnis der Verdauung und Ernährung. Zürich 1867.

4) Brücke, Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften, Bd. XXXVII, Seite 171.

den zu veranschlagen war, und während Busch[1]) bei einer Patientin mit einer Fistel im oberen Ende des Dünndarmes gefunden hatte, dass die ersten Spuren der genossenen Speisen schon zwischen 15 und 35 Minuten nach der Aufnahme durch die Fistel traten.

Liess sich nun dieser Einwurf Brücke's durch den Hinweis beseitigen, dass die Peptonisierung des Eiweisses ja auch noch im Darme stattfände, so sprachen folgende Beobachtungen entschieden zu Gunsten seiner Auffassung in der Peptonfrage. Brücke selbst fand nämlich bei Tieren, welche er während der Verdauung getötet hatte, geronnenes Eiweiss in den Chylusgefässen. Da nun die Fähigkeit zu gerinnen dem Pepton abgeht, so schloss er, dass das Gerinnsel in den Chylusgefässen nichts anderes als unverändertes Eiweiss sei, d. h. dass unverändertes, jedenfalls nicht peptonisiertes Eiweiss zur Resorption gelangt sei. Ferner zeigten Versuche von Voit und Bauer[2]), dass flüssiges Eiweiss im normalen Dickdarm resorbiert werde, ohne eine Umwandlung durch Fermente erfahren zu haben. Wenn aber der Dickdarm gelöstes Eiweiss aufzusaugen im Stande war, so konnte diese Fähigkeit sicher auch bei allen anderen Abschnitten des Verdauungskanals vorausgesetzt werden.

Die Streitfrage, ob Eiweiss unverändert oder peptonisiert im Organismus zur Resorption gelange, konnte dadurch gelöst werden, dass man Tiere mit bereits peptonisiertem Eiweiss fütterte. Gelang es den Stickstoffbedarf eines Tieres während einer genügend langen Versuchszeit durch Peptonzufuhr zu decken, so war an der Resorption der Peptone nicht mehr zu zweifeln.

Plósz[3]) gebührt das Verdienst, solche Versuche zuerst ausgeführt zu haben. Er fütterte 18 Tage lang einen 10 Wochen alten 1335 g wiegenden Hund mit reinen Pepsinpeptonen, „aus Fibrin mit künstlicher Verdauungsflüssigkeit durch 2—3 Wochen dauerndes Digeriren bei 40° C. dargestellt". Dazu reichte er ausgekochte eiweissfreie, in Aether völlig lösliche Butter, Traubenzucker, der sich in Alkohol von 95% vollständig löste, also ebenfalls eiweissfrei war, und Salze. Während der 18tägigen Versuchsdauer wurden verfüttert 567 g Pepton, 422 g Zucker und 309 g Fett.

1) Virchow's Archiv, Bd. XIV, S. 140.
2) Zeitschrift für Biologie, Bd. V, S. 536.
3) Pflüger's Archiv, Bd. IX, S. 325.

Er folgert nun aus der Thatsache, dass das Gewicht seines Hundes von 1335 auf 1836 g stieg, dass „das Eiweiss durch Peptone vollständig bezüglich aller Nährfunktionen ersetzt wird.“ Allein Voit[1]) hält bei Beurteilung dieses Versuches die Gewichtszunahme allein nicht für beweisend und ist der Ansicht, „das Tier hätte bei ausschliesslicher Fütterung mit stickstofffreien Stoffen ebensoviel an Wasser und Fett gewinnen können“. Maly[2]) fütterte zu gleicher Zeit eine Taube mit Fibrinpepton, Stärke und Fett und erzielte eine Vermehrung ihres Körpergewichtes um 3 g. Voit bemängelt diesen Versuch aus dem gleichen Grunde, während Adamkiewicz[3]) den geringen Zuwachs von 3 g mit Recht als in den Grenzen der natürlichen Körpergewichtsschwankungen liegend annimmt.

Nachdem die Untersuchungen Voit's ergeben hatten, dass der gesamte in der Nahrung eingeführte Stickstoff den Körper wieder in den Exkrementen verlasse, konnte die Frage in betreff der Ernährung mit Pepton nur so gefördert werden, dass man den Stickstoffgehalt der Nahrung und der Egesta bestimmte, mit einander verglich und aus der jeweiligen Differenz den N-Ansatz, resp. N-Verlust berechnete, wobei das Verhalten des Körpergewichtes zur Kontrolle dienen musste.

Nach diesen Prinzipien verfuhren zuerst Plósz und Gyergyai[4]): sie fütterten einen Hund, dessen Körpergewicht sie durch mehrtägiges Hungern herabgesetzt hatten, mit einem Gemisch von Pepton — aus Fibrin mittelst künstlicher Verdauungsflüssigkeit dargestellt —, Traubenzucker, Stärkekleister und ausgekochter Butter. Während der 7 Tage dauernden Peptonfütterung nahm das Tier um 259 g zu und setzte ausser dieser Gewichtszunahme noch N-haltige Gewebssubstanz an, da von den 14,451 g des im Pepton eingeführten Stickstoffs nur 13,463 g in den Exkrementen ausgeschieden wurden, also ein N-Ansatz von 0,988 g erzielt wurde; „womit allerdings“, bemerkt Voit[5]), „bewiesen wäre, dass das Pepton wie Eiweiss wirkt“. „Aber das Tier hatte

---

1) Voit, Hermanns Handbuch der Physiologie, Bd. VI, Tl. 1, S. 394.
2) Pflüger's Archiv, Bd. IX, S. 585.
3) Adamkiewicz, Natur und Nährwert des Peptons. 1877. S. 74.
4) Pflüger's Archiv, Bd. X, S. 536.
5) l. c. S. 121.

nur ein Gewicht von 2531 g, so dass es nicht möglich war, den Harn direkt aufzufangen; bei Versuchen, bei welchen es auf kleine Mengen von Stickstoff ankommt, muss aber jeder Verlust von Harn vermieden sein". Adamkiewicz[1]) setzt an diesem Versuche aus, dass die beiden Forscher es unterlassen hätten, bei ihrem Hund vorher die Grösse des Stickstoffumsatzes zu bestimmen; denn es ist „selbstverständlich, dass, wenn man die Einflüsse auf den Stickstoffumsatz kennen lernen will, man zunächst die Grösse selbst kennen muss, die durch diese Einflüsse geändert werden soll. Denn die Aenderungen dieser Grösse sind es, die man sucht". Ausserdem hält er es nicht für ausgeschlossen, dass eine Retention von nur 0,988 g N innerhalb der Fehlergrenzen liegen könne.

Adamkiewicz[2]) suchte bei seinem Versuche zunächst der Forderung Voit's gerecht zu werden, indem er einen grossen, 33 kg schweren Hund benutzte, bei welchem er den Harn direkt auffangen konnte; weiter brachte er sein Versuchstier nicht durch Hunger, sondern durch eine unzureichende Nahrung auf eine bestimmte Stickstoffausgabe (Stickstoff in Harn und Kot). Nachdem das Tier sich so eingestellt hatte, dass es bei einer Zufuhr von 5,980 g N, die ihm täglich in einer aus gekochten Kartoffeln, Pferdefleisch und Fett bestehenden Nahrung dargeboten wurden, 6,32 g N ausschied, also 0,34 g N täglich von seinem Körper verlor, fügte er zu dem Futter noch 29,02 g Pepton, das er aus Fibrin mittels Glycerin-Pepsin dargestellt hatte, mit einem Stickstoffgehalt von 4,846 g, so dass der Hund nunmehr täglich 10,826 g N einnahm. An den 2 Tagen, an welchen er dieses Futter erhielt, schied er im Mittel nur 8,06 g N aus: es fand folglich ein Ansatz von 0,34 + 2,766 = 3,106 g N täglich statt. Adamkiewicz schliesst daraus, dass dieser Ansatz durch die Zufuhr des im Pepton enthaltenen Stickstoffs bewirkt worden sei.

Voit wendet gegen diesen Schluss ein, dass, da ja neben dem Pepton stets auch Eiweiss gereicht worden sei, es vielmehr den Anschein gewinne, als habe das Pepton einen Teil des zugleich gegebenen Eiweisses vor dem Zerfall geschützt, und dieses sei dann zum Ansatz gelangt, während das Pepton zerstört worden sei, zumal

1) l. c. S. 77.
2) l. c. S. 85.

da der in den Exkrementen ausgeschiedene N den N-Gehalt des eingeführten Peptons übertroffen habe und der zum Ansatz gelangte Stickstoff geringer gewesen sei, als der im Eiweiss enthaltene. Die Verhältnisse erhellen aus folgender Zusammenstellung:

Eiweiss	Pepton	Exkremente	Ansatz
N		N	N
5,980 g	4,846 g	8,06 g	3,106 g.

Im Jahre 1879 berichtete Adamkiewicz[1]) über einen weiteren Ernährungsversuch mit Pepton, den er gelegentlich einer Arbeit über die leichtere Resorption des Peptons gegenüber dem unveränderten Albumin angestellt hatte. Eine Hündin von ca. 20 kg Gewicht, die einige Tage nur Wasser erhalten hatte, bekam zuerst 50 g Gelatine mit einem N-Gehalte von 7,6 g, darauf 50 g Pepton, die 7,75 g Stickstoff repräsentierten, und am folgenden Tage ausser dem Peptonfutter noch 100,0 g Speck. Dabei verhielten sich die N-Ausgaben zu den N-Einnahmen folgendermassen:

		N			
Nahrung	Tage	Einnahmen	Ausgaben	Bilanz	Körpergewicht
300 ccm Wasser	2	—	7,34 g	— 7,34 g	20,3 kg
50,0 g Gelatine 2,0 „ Kochsalz 300 ccm Wasser	2	15,2 g	18,87 „	— 3,67 „	19,72 „
50,0 g Pepton 2,0 „ Kochsalz 300 ccm Wasser	2	15,5 „	17,04 „	— 1,54 „	19,38 „
50,0 g Pepton 100,0 „ Speck 2,0 „ Kochsalz 300 ccm Wasser	1	15,5 „	5,74 „	+ 9,76 „	19,24 „

Es erfolgte also in der That ein N-Ansatz. Auch im Kot fand sich der fehlende Stickstoff nicht wieder, denn an den Pepton-

1) Adamkiewicz, Ist die Resorption des Albumins etc. Sep.-Abdr. aus Virchow's Archiv, Bd. LXXV. 1879.

tagen hatte der Kot nur einen N-Gehalt von 0,93 g. Da aber der folgende Tag bereits wieder ein Hungertag war und im weiteren Verlaufe des Versuches kein Pepton mehr gereicht wurde, so dürfte dieses Resultat keine Beweiskraft haben.

Voit[1]) konnte Ratten mit einer aus Pepton und N-freien Stoffen bestehenden Nahrung nicht am Leben erhalten; obwohl die Tiere das Futter bis zum letzten Tage frassen und auch verdauten, gingen sie doch nach 7 Monaten zu Grunde. Hingegen trat dies nicht ein, wenn er dem Gemisch etwas Eiweiss hinzufügte. Er folgert: „Daraus scheint hervorzugehen, dass das Pepton als Nahrungsstoff nicht die volle Bedeutung des Eiweisses besitzt, d. h. im Körper nicht in Eiweiss übergeht. Und an einer anderen Stelle[2]) meint er, „dass es aber durch seine Zerstörung den Zerfall des Eiweisses in den Zellen und Geweben fast ganz oder ganz aufheben kann und dann nur soviel Eiweiss vom Organismus abgegeben wird, als in den abgestossenen organisierten Gebilden enthalten ist".

Inzwischen hatte man versucht, den chemischen Bau der Peptone näher zu ergründen, und gefunden, dass die Ansicht Lehmann's, nach der sie die gleiche prozentische Zusammensetzung wie das Eiweiss haben sollten, nicht mehr stichhaltig sei.

Thiry[3]) fand bei der Analyse seiner Peptone, die er durch Kochen von Hühnereiweiss darstellte, Zahlen, die nur in geringem Grade von denen der Muttersubstanz abwichen.

Möhlenfeld[4]) bereitete Fibrinpeptone durch Verdauung von Blutfibrin mit künstlichem Magensaft; die Analysen zweier nach ihrem Verhalten gegen Silberoxyd unterschiedenen Peptone ergaben bedeutend geringere Werte, als die Analyse des Fibrins. Er glaubt, dass bei der Bildung der Peptone Kohlensäure aus dem Eiweiss abgespalten werde, und dass an ihre Stelle Wasser eintrete.

Kistiakowsky[5]) widerlegte diese Angabe Möhlenfeld's: von einer Kohlensäureentwicklung könne keine Rede sein; denn

---

1) l. c. S. 394.
2) l. c. S. 122.
3) Zeitschrift f. rat. Medizin, III. Reihe, Bd. XIV, S. 78.
4) Pflüger's Archiv, Bd. V, S. 381.
5) Pflüger's Archiv, Bd. IX, S. 438.

wenn er eine Röhre mit Magensaft und Fibrin füllte, über Quecksilber aufstellte und 2 Wochen lang bei 38° stehen liess, so entwickelten sich keine Gase. „Es ist nicht anzunehmen", fährt er fort, „dass die sich etwa entwickelnde Kohlensäure von dem Röhreninhalt absorbiert wurde, weil die freie Säure des Magensaftes die Bindung der Kohlensäure verhindert".

Kistiakowsky nimmt vielmehr an, ein Teil des Kohlenstoffs der Eiweisskörper müsse sich bei der Bildung der Peptone in einer komplizierteren Verbindung, als die Kohlensäure ist, abspalten, und die bei der Verdauung sich etwa entwickelnde Kohlensäure entstehe aus weniger beständigen Körpern, als Fibrin und andere Eiweisskörper sind. Er folgte den Angaben Kühne's, dass durch Einwirkung von Pankreassaft auf Fibrin den Magenpeptonen sehr ähnliche Körper entständen, und stellte neben Magenpeptonen auch Pankreaspeptone dar, wobei ihm der niedrigere Gehalt der letzteren an C, der höhere an O als Effekt der weiter vorgeschrittenen Verdauung bereits auffiel. Die Pankreaspeptone haben um $^1/_5$ weniger C und fast um ebenso viel mehr O als die Muttersubstanz. Merkwürdig klingt seine Angabe in betreff der Pankreaspeptone, da sie mit den jetzt über diese Körper gemachten Beobachtungen gar nicht übereinstimmt: „Der Geschmack der Peptone ist angenehm, etwas süsslich, welche Eigenschaft den Magenpeptonen nicht in diesem Grade zukommt."

Maly[1]) stellte Peptone aus Fibrin dar, und zwar, um einen einheitlichen Körper zu erhalten, durch sog. fraktionierte Fällung. Er „versetzte die klare, stark eingeengte Peptonlösung mit starkem Alkohol so lange, bis ein Teil des Peptons sich in zusammenklebenden Flocken abgeschieden hatte (Fraction I); das Filtrat wurde neuerdings mit Alkohol gefällt (Fraktion II) und endlich die übrig bleibende alkoholische Lösung abgedampft (Fraktion III)". Er fand bei der Elementaranalyse seines Peptons, dass es sich sehr wenig von seiner Muttersubstanz, dem Fibrin, unterscheide, und meint, dass dieser Körper nicht als Zersetzungsprodukt aufzufassen sei. „Wahrscheinlich wird dadurch ferner, dass das Pepton noch ein Körper ist von nahe derselben Molekulargewichtsgrösse als das Eiweiss im weitesten Sinne, und dass es vielleicht nur die Elemente des Wassers sind, die es mehr als Eiweiss enthält."

1) Pflüger's Archiv, Bd. IX, S. 585.

Auch Henninger[1]) fand bei seinen aus Fibrin und Eiweiss dargestellten Peptonen eine diesen Substanzen ähnliche Zusammensetzung.

Herth[2]), ein Schüler Maly's, stellte ebenfalls ein Pepton mittels fraktionierter Fällung dar und erhielt bei der Analyse Zahlen, die sich denen des Wurtz'schen Eiweisses näherten.

Diesen Angaben gegenüber stehen Analysen von Kossel[3]), der für sein Fibrinpepton einen erheblich kleineren Kohlenstoffgehalt fand, als dem Fibrin zukommt. In betreff der von Möhlenfeld durch Behandlung mit Silberoxyd entchlorten und analysierten Peptonpräparate wies er nach, dass sie Zersetzungsprodukte enthielten und zu geringen Kohlenstoff- neben zu hohem Sauerstoffgehalt besassen.

In einer späteren Abhandlung[4]) kommt Kossel auch auf die von Maly und Henninger gefundenen Werte zu sprechen und äussert dabei eine Vermutung, die später durch die Arbeiten Kühne's und seiner Schüler als durchaus zutreffend erwiesen wurde. Er hält es nämlich nicht für unmöglich, dass die Differenzen zwischen beiden Werten (Henninger und Maly einer- und Kossel andererseits) so erklärt werden könnten, dass bei der Pepsinverdauung anfangs Produkte entständen, welche die von den beiden Forschern gefundene Zusammensetzung hätten, später — durch weitere Hydratation — Produkte mit niederem Kohlenstoffgehalt.

In der folgenden Tabelle I habe ich die Eiweissanalysen von Thiry, Kistiakowsky und Maly mit denen von Dumas und Cahours und Wurtz, welche in der Regel als Norm angesehen werden, zusammengestellt. Die Uebereinstimmung der gefundenen Werte ist augenfällig. Tabelle II zeigt die bedeutenden Unterschiede der Peptonanalysen der einzelnen Forscher; hier stimmen nur die Werte von Thiry, Maly, Henninger und Herth sowohl unter einander wie auch mit den Werten der Tabelle I gut überein.

---

1) Citiert nach Pflüger's Archiv, Bd. XX, S. 329.

2) Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. I, S. 279.

3) Pflüger's Archiv, Bd. XIII, S. 309.

4) Kossel, chemische Zusammensetzung der Peptone. 1879. Sep.-Abdr. a. Zeitschrift für physiol. Chemie.

Tabelle I. **Eiweissanalysen.**

C	H	N	S	O	
52,7 %	7,00 %	16,6 %	— %	— %	Dumas u. Cahours, Fibrin.
52,9 „	7,10 „	15,6 „	— „	— „	Wurtz, Hühnereiweiss.
51,37 „	7,13 „	16,06 „	2,12 „	— „	Thiry [1]), Hühnereiweiss.
52,32 „	7,07 „	16,23 „	1,35 „	23,03 „	Kistiakowsky [2]), Fibrin.
52,51 „	6,98 „	17,34 „	0,9 „	— „	Maly [3]), Fibrin.

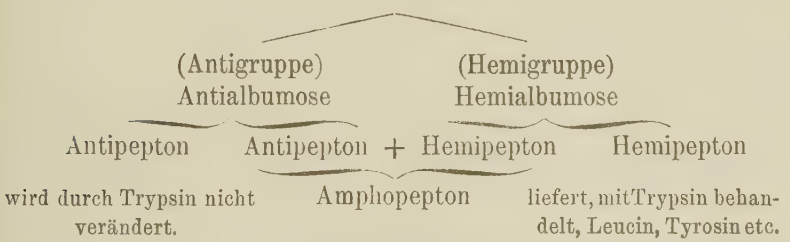
Tabelle II. **Peptonanalysen.**

C	H	N	S	O	
50,87 %	7,03 %	16,34 %	1,64 %	— %	Thiry [1]), Eiweisspepton.
47,71 „	8,37 „	15,40 „	0,89 „	27,63 „	Möhlenfeld [4]), Fibrinpepton.
44,96 „	7,83 „	17,85 „	29,36 „		Möhlenfeld [4]), Fibrinpepton.
42,72 „	7,13 „	15,92 „	1,03 „	33,20 „	Kistiakowsky [2]), Pankreas-Fibrinpepton.
46,67 „	7,12 „	16,30 „	0,93 „	28,98 „	Kistiakowsky [2]), Magen-Fibrinpepton.
51,4 „	6,95 „	17,13 „	—	—	Maly [3]), Fibrinpepton.
51,43 „	7,05 „	16,66 „	—	—	Henninger [5]), Fibrinpepton.
52,28 „	7,05 „	16,38 „	—	—	Henninger [5]), Eiweisspepton.
52,53 „	7,04 „	16,72 „	—	—	Herth [6]), Eiweisspepton.
48,97 „	7,06 „	15,14 „	1,16 „	—	Kossel [7]), Fibrinpepton.

1) Zeitschrift f. rat. Medizin, III. Reihe. Bd. XIV, S. 78.
2) Pflüger's Archiv, Bd. IX, S. 438.
3) Pflüger's Archiv, Bd. IX, S. 585.
4) Pflüger's Archiv, Bd. V, S. 381.
5) Citiert nach Pflüger's Archiv, Bd. XX, S. 329.
6) Zeitschrift f. physiol. Chemie, Bd. I, S. 279.
7) Pflüger's Archiv, Bd. XIII, S. 309.

So schien es also, als ob die Ansicht Lehmann's wieder zur allgemeinen Geltung kommen sollte, dass Pepton und Eiweiss entweder gleich zusammengesetzt seien oder doch nur um wenig differierten, „kurz, dass die Peptone von ihren resp. Muttersubstanzen nicht mehr abweichen als diese, d. h. die eigentlichen Eiweisssubstanzen untereinander“ (Maly)[1]; denn den Analysen Kossel's standen solche einer Autorität wie Maly gegenüber!

Da brachten die Arbeiten Kühne's[2]) und Kühne's und Chittenden's[3]) neues Licht in die Peptonfrage. Die beiden Forscher wiesen nach, dass der Uebergang von Eiweiss in Pepton sich nicht in so einfacher Weise vollziehe, als man früher gemeiniglich annahm, und dass das, was allgemein mit dem Namen Pepton bezeichnet wurde, ein unreines Gemisch sei. Nach Kühne zerfällt das Eiweissmolekül zunächst in zwei Komponenten, die Antigruppe und die Hemigruppe; jede dieser Gruppen liefert dann Zwischenprodukte, die sog. Albumosen, und zwar Anti- und Hemialbumose; und diese erst gehen in Peptone über, in Anti- und Hemipepton, so dass es nach vollendeter Pepsinverdauung mindestens zwei Peptone gibt, von denen das eine mit Trypsin Amidosäuren liefert, das andere nicht. Dieses Gemisch von Anti- und Hemipepton nennt Kühne Amphopepton. Aus der folgenden Tabelle lässt sich der Gang der Eiweissverdauung leicht verfolgen:



Die Analysen des Amphopeptons stimmen in dem niedrigen Kohlenstoffgehalte überein mit den von Kossel gefundenen Werten, während die von Kühne und Chittenden für die aschefreie

1) Pflüger's Archiv, Bd. XX, S. 315.

2) Verhandlungen des naturhist. med. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. I. 1877.

3) Zeitschrift für Biologie, Bd. XIX, S. 159.

Hemialbumose (aus Fibrin) angegebenen Zahlen den von Maly und Henninger für ihre sog. Peptone gefundenen sehr nahe stehen, ein Beweis, dass die letztgenannten keine reinen Peptone in Händen hatten.

	Fibrinpepton		Hemialbumose aus Fibrin	Fibrinpepton	Amphopepton aus Fibrin
	Maly	Henninger	Kühne u. Chittenden	Kossel	Kühne u. Chittenden
C	51,4 %	51,43 %	51,14 %	48,97 %	48,47 %
H	6,95 „	7,05 „	6,67 „	7,06 „	7,02 „
N	17,13 „	16,66 „	16,86 „	15,14 „	16,86 „
S	—	—	—	1,16 „	0,77 „

„Fast alles mit Pepsin bereitete Pepton", sagt Kühne[1]), „das man bis heute in Händen gehabt, bestand zum grössten Teil aus Albumosen, und nur das durch Pankreasverdauung erhaltene Antipepton ist gelegentlich nahezu oder ganz frei davon gewesen. Da es kein Mittel zur Trennung der Albumosen von den Peptonen gab und die Magenverdauung nur einen geringen Anteil der ersteren in Peptone überführt, so konnte nur die Trypsinverdauung, welche die Albumosen vollkommen zu verwandeln mag, ein davon freies Pepton liefern".

Dieses Mittel, das die Albumosen von den Peptonen zu trennen ermöglicht, ist nun von einem Schüler Kühne's, von Wenz in dem schwefelsauren Ammoniak gefunden worden. Heynsius[2]) hatte dasselbe bereits als das beste Mittel erkannt, sämtliche Eiweissstoffe mit Einschluss des „Propeptons", d. i. der Albumosen, und des Peptons auszufällen. Diese letztere Angabe in betreff des Peptons erwies sich als unrichtig und ist ein weiterer Beweis dafür, wie oft die Peptone mit den Albumosen verwechselt wurden; denn sie ist nur daraus verständlich, dass ein Präparat verwendet wurde, das gar kein Pepton enthielt.

Wenz sättigte die Pepton-Albumosemischung mit neutralem schwefelsauren Ammoniak, wodurch die Albumosen sämtlich gefällt wurden, während die Peptone in Lösung blieben. [Das

1) Verhandlungen des naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. III, S. 286. 1886.

2) Pflüger's Archiv, Bd. XXXIV, S. 330.

salzgesättigte Filtrat färbte sich nach reichlichem Zusatz konzentrierter Natronlauge mit Kupfersulfat intensiv rot.] Darauf entfernte er das schwefelsaure Ammoniak durch Sieden mit kohlensaurem Baryt und erhielt dann nach genauer Zersetzung des Barytpeptons mit Schwefelsäure reines Pepton. Wenn Kühne angibt, nur das durch Trypsinverdauung erhaltene Pepton könne Anspruch auf Reinheit machen, so könnte es scheinen, als ob das von Kistiakowsky (l. c.) dargestellte Pankreaspepton ein reines Präparat gewesen sei; dem steht aber die Angabe Kistiakowsky's, dass der Geschmack seines Peptons angenehm und etwas süsslich gewesen sei, entgegen. Denn nach Kühne zeichnen sich die Peptone, als Produkte weiter vorgeschrittener Verdauung, durch einen widerwärtigen, an Erbrochenes erinnernden Geschmack aus. Und in einer späteren Arbeit kommen Kühne und Chittenden[1]) zu dem Schluss: „Während die genuinen Albumine und Albumosen so gut wie keine Geschmacksempfindung erregen, um so weniger, je reiner sie sind, scheint es, als ob die Peptone zu den widerlichst schmeckenden Körpern gehörten."

Auch Zuntz[2]) hebt diesen bitteren Geschmack der reinen Peptone hervor, und zwar, meint er, trete derselbe um so intensiver hervor, je mehr man es von Salzen und anderen Verunreinigungen befreie.

Weyl[3]) sagt, das Pepton schmecke um so schlechter, je reiner es dargestellt werde, und je gehaltreicher die Peptonlösung sei.

Krukenberg[4]) führt diesen Angaben gegenüber an, dass die von ihm dargestellten wahren Peptone (Hemipeptone) nur einen faden Geschmack hätten, dagegen nicht die Vorstellung nach Erbrochenem erweckten, nichts von Bitterkeit besässen und durchaus geruchlos seien.

Wir müssen hier noch kurz jener Peptonpräparate gedenken, welche von der chemischen Industrie in den Handel gebracht und zum Teil als wertvolle Nahrungsmittel, insbesondere als diätetische

---

1) Zeitschrift für Biologie, Bd. XXII.

2) Pflüger's Archiv, Bd. XXXVII, S. 313.

3) Weyl, Berl. klin. Wochenschrift. 1886. Nr. 15.

4) Krukenberg, Chem. Untersuchungen zur wissenschaftl. Medizin. I. Heft. 1886.

Hülfen in der Krankenernährung empfohlen wurden. Die meisten dieser Präparate führten den Namen „Pepton“ nichts weniger als mit Recht; denn sie bestanden entweder ausschliesslich aus Albumosen oder enthielten nur ganz geringe Mengen von Pepton.

Kühne[1]) untersuchte eine Reihe solcher sog. Peptone und fand bei dem Pepton von Grübler, welches als „frei von Propepton“ bezeichnet wurde, dass es reich an Albumosen (Propepton) sei, dagegen nur Spuren von Pepton enthalte.

Das Pepton von Sanders-Ezn enthielt Antipepton und liess sich als ein durch Pankreasverdauung bereitetes Produkt erkennen.

Das Pepton von Witte enthält nur Spuren von Pepton, reichlich Albumosen, zu deren Reindarstellung es sich vorzüglich eignet.

In den Fleischpeptonen von Kemmerich und Kochs endlich fand sich „keine Spur Pepton“.

„Im allgemeinen“, so fasst Kühne sein Urteil zusammen, „kann man sich bei der Beurteilung der käuflichen Peptone schon durch den Geschmack leiten lassen, da die wesentlich aus Albumosen bestehenden nicht den widerwärtigen, an Erbrochenes erinnernden Geschmack besitzen“.

Die Peptone im Kühne'schen Sinne sind löslich in Wasser, werden durch Hitze nicht coaguliert und durch Salpetersäure, Kupfersulfat, Ammoniumsulfat und eine Anzahl anderer Fällungsmittel der Eiweisskörper nicht niedergeschlagen Durch Alkohol werden sie gefällt, aber nicht coaguliert. Sie werden vollständig (?) ausgefällt durch Tannin, Kaliumquecksilberjodid, Phosphormolybdänsäure, Phosphorwolframsäure und Pikrinsäure[2]).

Pollitzer[3]) war der erste, der Pepton genau nach der Vorschrift Kühne's bereitete und damit Ernährungsversuche anstellte. Er fütterte eine $3^1/_2$ kg schwere Hündin abwechselnd mit Albumosen, Pepton, Fleisch und Leim und einer stickstofffreien Kost, bestehend aus Reisstärke und Schmalz. Das Tier setzte mit Ausnahme der Leimperiode fortwährend Fleisch an und nahm

---

1) Verhandlungen des naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. III, S. 286. 1886.

2) Halliburton-Kaiser, Lehrbuch der chem. Physiologie und Pathologie. 1893. S. 136.

3) Pflüger's Archiv, Bd. XXXVII, S. 301.

dementsprechend an Gewicht zu. Er folgert daraus, dass Pepton und Albumosen etwa denselben Nährwert haben wie Fleisch, dass dagegen eine äquivalente Menge Gelatine einen erheblichen N-Verlust bedinge. Gegen diesen Versuch lässt sich mancherlei einwenden: einmal war die Peptonperiode nur zwei Tage lang, also viel zu kurz, um für den Versuch beweisend zu sein; weiter gibt Pollitzer selbst an, dass an den Peptontagen ein diarrhoischer Kot entleert wurde, welchen er zwar nicht dem Pepton zuschrieb, der aber immerhin die Ursache gewesen sein dürfte, dass die Fütterung mit Pepton nicht fortgesetzt wurde, und der beweist, dass das Pepton reizend auf die Schleimhaut des Magen-Darmkanales einwirkte.

In neuerer Zeit versuchte Gerlach[1]) noch einmal, Hunde mit reinem Pepton zu füttern. Das zu diesem Zwecke verwendete Pepton stellte er dar aus reinem Fibrin durch Verdauung mit Trypsin-Sodalösung; es hatte einen N-Gehalt von 16,15%. Der Versuch misslang: der Hund, der eine aus 18,5 g Pepton und stickstofffreien Stoffen bestehende Nahrung erhielt, erbrach sie nach kurzer Zeit. Einem zweiten Tier, das nur 10 g Pepton erhielt, erging es nicht besser. Bei einem dritten Hund endlich stellte sich zwar nach Darreichung von 15 g Pepton kein Erbrechen ein, er erkrankte aber bereits „nach 24 Stunden an heftigen Diarrhöen, mit welchen einmal nicht unbeträchtliche Mengen Blutes abgingen".

Diese letzten Versuche fielen in das Jahr 1891. Zehn Jahre vorher gab Voit[2]) sein Urteil über die Peptone im älteren Sinne ab, das auch jetzt noch im vollsten Masse für die Kühne'schen Fibrinpeptone zutrifft. Dasselbe lautet: „Ueber den Stoffumsatz im Körper unter dem Einflusse des Peptons liegen nur einige wenige Untersuchungen vor, welche keinen sicheren Entscheid brachten. Dieselben bieten deshalb grosse Schwierigkeiten dar, weil ganz reines Pepton nur schwer in genügender Menge zu Ernährungsversuchen an grösseren Hunden herzustellen ist und die Tiere dadurch leicht Diarrhöen bekommen, auch die ungewohnte, bitter schmeckende Speise zu verzehren verweigern. Ich halte es für unmöglich, ausschliesslich so viel Pepton, selbst

1) Gerlach, Die Peptone u. s. w. Hamburg 1891. S. 64.
2) Voit, l. c. S. 120.

wenn es im Uebrigen völlig die Bedeutung des Eiweisses haben sollte, zu geben, dass dabei ein Tier kein Eiweiss und kein Fett mehr vom Körper verliert". Es ist auch heute noch nicht sicher durch Stoffwechselversuche entschieden, ob das Pepton im Tierkörper vollkommen die Rolle des Eiweisses übernimmt und vollständig in Eiweiss zurückverwandelt wird. Denn die Versuche vor Publikation der Kühne'schen Arbeiten wurden nicht mit reinen Peptonen angestellt, und die in neuerer Zeit mit solchen ausgeführten sind teils, wie der von Pollitzer, nicht beweisend, teils, wie die von Gerlach, misslungen. Und wenn Voit von den Peptonen im älteren Sinne sagt, dass sie als stickstoffhaltige Nährstoffe neben Eiweiss wohl Verwendung finden könnten, da sie die vorzüglichsten Eiweissschützer seien, sofern sie leichter als Eiweiss und stets vollständig zersetzt würden, so kann ein gleiches Verhalten auch von den Fibrinpeptonen im modernen Sinne vorausgesetzt werden, aber bewiesen ist es bis jetzt nicht.

Auch Zuntz[1]) meint, dass das Pepton im Kühne'schen Sinne niemals Aussicht haben dürfte, als Nahrungsstoff in Betracht zu kommen, da es durch seinen intensiv bitteren Geschmack für den Menschen fast ungeniessbar werde.

Es ist durch Versuche Kühne's festgestellt, dass Fibrin, mit Pankreas bei 40—45° digeriert, einen unerträglichen Geruch entwickelt, welchen Kühne anfänglich[2]) auf die Entstehung von Naphtylamin zurückführte, später aber auf Grund der Untersuchungen von Radziejewsky[3]), Jaffé[4]), Nencki[5]) und ihm selbst[6]) als durch Indol hervorgerufen erkannte. Und vielleicht ist auch der den Fibrinpeptonen Kühne's anhaftende widerwärtige Geschmack ebenfalls durch basische Produkte sekundärer Zersetzungen bedingt.

Neuere Stoffwechseluntersuchungen haben erwiesen, dass der Eiweissbedarf des tierischen Organismus früher in der Regel zu hoch geschätzt wurde. Dieser Irrtum beruhte auf der alten Liebig'

1) Pflüger's Archiv, Bd. XXXVII, S. 313.
2) Arch. f. path. Anat., Bd. XXXIX, S. 165.
3) Arch. f. Anat. u. Physiol. 1870. S. 37.
4) Pflüger's Archiv, Bd. III, S. 448.
5) Ber. d. d. chem. Ges., Bd. VII, S. 1593.
6) Ber. d. d. chem. Ges., Bd. VIII, S. 206.

schen Doktrin, welche das Eiweiss als organbildende Substanz betrachtete und die Kohlenhydrate als wärmebildende Nährstoffe. Heute haben wir darüber andere Anschauungen gewonnen. Wir wissen, dass man durch zu reichliche Eiweissnahrung die N-Ausscheidung des Körpers, d. h. den Eiweisszerfall steigert, und dass man durch reichliche Fett- oder Kohlenhydratzufuhr das Eiweissbedürfnis des Organismus ganz ausserordentlich herabdrücken kann. Diese Ergebnisse beziehen sich auf Gesunde, dürfen aber doch auch mit einiger Berechtigung auf Kranke übertragen werden. Hieraus ergiebt sich, wie schwer es sich gegenwärtig beurteilen lässt, ob wir einem Kranken dadurch einen wesentlichen Nutzen schaffen, dass wir ihn vorwiegend mit Eiweiss ernähren. Im allgemeinen scheint es ebenso wichtig, ihm Fette und Kohlenhydrate zuzuführen (Leyden)[1]). Nun hat Voit gezeigt, dass wir in dem Leim einen Nahrungsstoff besitzen, der in weit höherem Grade Eiweiss ersparend wirkt als Fett und Kohlenhydrate; denn 100 Teile Leim ersetzen 50 Teile Eiweiss. Die eiweissparende Wirkung ist in der Weise zu erklären, dass der Leim im Organismus leichter zersetzt wird als das Eiweiss und so dieses vor dem Zerfall schützt. Aus dem folgenden tabellarischen Auszug aus den Versuchen Voit's ist dies ersichtlich[2]).

Nahrung pro Tag				Fleisch	
Fleisch	Leim	Fett	Zucker	zersetzt	am Körper
400	0	200	0	450	— 50
400	0	0	250	439	— 39
400	200	0	0	356	+ 44

Ferner hat Nencki[3]) nachgewiesen, dass bei der Fäulnis von Glutin verschiedene Körper, die bei der Zersetzung von Fibrin entstehen, nicht gebildet werden, so Tyrosin und Indol. Wenn nun die unangenehmen Eigenschaften der Fibrinpeptone, von denen wir bereits gesprochen haben, den spezifischen Zersetzungsprodukten des Fibrins zuzuschreiben sind, so dürfte wohl der Schluss gerecht-

1) Leyden, Ueber künstl. Nährpräparate. Deutsche med. Wochenschr. 1890. Nr. 48, S. 1081.

2) Hammarsten, Lehrbuch der physiol. Chemie, S. 385.

3) Nencki, Ueber die Zersetzung der Gelatine und des Eiweisses bei der Fäulnis mit Pankreas. Bern 1876.

fertigt sein, dass die Leimpeptone frei von diesen Eigenschaften sind. Und in der That hat sich das, wie ich noch mitteilen werde, bestätigt.

Am Krankenbett wird man wohl selten gezwungen sein, von der Darreichung von Eiweiss überhaupt absehen zu müssen; geringe Mengen von Eiweiss, sei es in Form von Milch, von gut geschabtem oder auch schmackhaft gebratenem Fleisch wird in der Regel auch ein kranker Magen verdauen und ausnützen können. Fügen wir nun zu diesen geringen Mengen von Eiweiss, neben stickstofffreien Stoffen, noch Leim, und zwar in einer Form, die den Magen seiner verdauenden Thätigkeit enthebt und keine reizende Wirkung auf die Schleimhaut ausübt, nämlich als Leimpepton, so werden wir mit einer solchen Nahrung auch da noch das Stickstoffgleichgewicht erhalten oder wenigstens einen beträchtlichen Eiweissverlust verhüten können, wo die Zuführung einer dem Bedarf entsprechenden Eiweissmenge nicht mehr vertragen wird.

Ich möchte an dieser Stelle noch eines Körpers Erwähnung thun, über welchen die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind, ich meine das Tyrosin. Bekanntlich liegt ein wesentlicher chemischer Unterschied zwischen Eiweiss und Leim darin, dass bei der Zersetzung des letzteren kein Tyrosin entsteht, welchem Umstande es ja auch zugeschrieben wird, dass Leim nicht die Millon'sche Reaktion gibt; die Anwesenheit der Tyrosin bildenden Gruppe im Eiweiss und in den eiweissartigen Substanzen scheint für das Zustandekommen dieser Reaktion ein unbedingtes Erfordernis zu sein.[1]) Hermann glaubte nun, Eiweiss könne sich im Organismus aus Leim bilden bei gleichzeitiger Aufnahme von Tyrosin, und wirklich schienen auch Versuche von Escher[2]) diese Annahme zu bestätigen, da das Körpergewicht seines Versuchstieres bei Verfütterung von Leim + Tyrosin entweder zunahm oder doch zum wenigsten weniger abnahm als bei alleiniger Fütterung mit Leim. Versuche von Lehmann[3]) hingegen ergaben ein negatives Resultat, da Ratten bei einer Nahrung, bestehend aus Leim,

1) Krukenberg, l. c. S. 37, Anm. 3.

2) L. Hermann u. Th. Escher, Vierteljahrsschrift d. naturforsch. Ges. in Zürich 1876, S. 36.

3) Lehmann, Sitzungsber. der Ges. f. Morphol. u. Physiol. in München 1885.

Reisstärke, Butterschmalz, Fleischextrakt, Knochen und Tyrosin „ungefähr gleich schnell“ verendeten wie Ratten, welche dieselben Stoffe ohne Tyrosin erhalten hatten.

Wenn nun aber Ferd. Klug[1]) meint, diese Versuche zeigten, „dass wenigstens Ratten keine Eiweisssynthese aus Leim und Tyrosin auszuführen vermögen“, und daran anschliesst: „Da eine Ueberführung des Leimes in Eiweiss nur auf dem Wege der Synthese möglich ist, ähnliche Vorgänge aber im tierischen Organismus bis jetzt nicht beobachtet wurden, so ist dieselbe auch höchst unwahrscheinlich“, so widerspricht er sich einmal, da er mit der Wendung, „dass wenigstens Ratten keine Eiweisssynthese auszuführen vermögen“, immerhin noch die Annahme zulässt, dass andere Tiere oder auch Menschen eine solche Synthese wohl auszuführen vermögen. Zweitens aber irrt er, wenn er behauptet, im tierischen Organismus fänden keine Synthesen statt; denn wir kennen eine ganze Reihe synthetischer chemischer Prozesse. Oder was ist die Bildung von Hippursäure aus Glykokoll und Benzoësäure, die Bildung der gepaarten Schwefelsäuren und Glykuronsäuren, die Entstehung von Glykogen aus Zucker (im Sinne der Anhydridtheorie) anderes als eine Synthese!

Es ist also noch immer eine offene Frage, ob diese Eiweisssynthese nicht wirklich zustande kommt oder gegebenen Falls unter günstigen Umständen, sei es beim Tiere, sei es beim Menschen, zustande kommen kann.

Das wissenschaftliche Urteil über den Nährwert des Leimes und der leimgebenden Substanzen ist im Laufe der letzten 100 Jahre den seltsamsten Wandlungen unterworfen gewesen. Als[2]) im Jahre 1682 Dionys Papin mit seinem nach ihm benannten Digestor aus Knochen Leim ausgezogen und mit einer aus diesem Extrakt bereiteten Suppe Arme gespeist hatte, glaubte man, da man das Lösliche für das Nahrhafte hielt, in dem Leim ein gutes Nahrungsmittel gefunden zu haben. Von dieser Zeit an ruhte die Frage, bis sie wieder in den Tagen der französischen Revolution Interesse gewann, weil man hoffte, durch den wohlfeilen Leim das Fleisch ersetzen und so die Nahrung des Volkes und der Soldaten verbessern zu können. Und da man damals bereits

1) Ferd. Klug, Ueber Verdaulichkeit des Leimes. Bonn 1890. Sep.-Abdr. a. d. Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 48.

2) Zeitschrift f. Biologie, Bd. VIII.; vgl. auch Voit, l. c. S. 396.

neben der Löslichkeit auch den Stickstoffgehalt einer Substanz als massgebend für deren Nährwert ansah, so galt der Leim für die einzige nährende Substanz des Fleisches und der Knochen. Trotzdem verbreitete sich der Gebrauch von Leim als Nahrungsmittel erst in den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts. Wir begegnen ihm namentlich in Spitälern; so wurden z. B. im Hospital Saint-Louis in dem Zeitraum 1829—1838 nicht weniger als $2^3/_4$ Millionen Portionen Knochenleimsuppe verabreicht.

In diese Zeit fallen auch die ersten Fütterungsversuche mit Leim, die Versuche von Donné (1831) und von Edwards und Balzac[1]). Letztere fanden, dass Hunde, mit einer Suppe aus Brod, Gallerte und Wasser, in der Proportion wie sonst in einer guten Fleischbrühe, gefüttert, abmagerten und nach einigen Monaten starben; dass die Herabsetzung auf Brod und Wasser den Tod noch schneller herbeiführte, hingegen der Zusatz von frischer Fleischbrühe ihm vorbeugte. Sie schlossen daraus, dass die Gallerte zwar nahrhaft sei, aber für sich allein keine hinreichende Ernährung gewähre. Auch die Versuche von Magendie (1841) erwiesen, dass Tiere sich mit Leim allein nicht ernähren können. Allein diese Versuche wurden unrichtig gedeutet; denn auch mit gekochtem Eiweiss oder nur mit Stärkemehl oder nur mit Zucker kann man Tiere nicht am Leben erhalten, und doch wird Niemand den Wert dieser Substanzen als Nahrungsstoffe anzweifeln.

Im Jahre 1850 erklärte die Akademie der Medizin in Paris, die Gelatine übe nur eine belästigende Wirkung auf die Verdauungsorgane aus und könne in keiner Weise als Nahrungsmittel gelten[2]). Seitdem wurde der Leim für Ernährungszwecke wenig mehr verwendet; „nach den früheren Uebertreibungen seines Wertes, die ihn geradezu zu einer ausschliesslichen und wohlfeilsten Nahrung stempelten, erfolgte ein ebenso unberechtigter Rückschlag ins entgegengesetzte Extrem, wonach an ihm nichts Gutes mehr gelassen wurde und er sogar ein Gift sein sollte, obwohl wir doch in der gekochten, animalischen Kost nicht unbedeutende Menge von Leim verzehren“[3]).

Mulder, Boussingault und Frerichs wiederum gelang-

1) Citiert nach Burdach, Physiologie als Erfahrungswissenschaft, Bd. VI, S. 213.

2) Voit, l. c. S. 393.

3) Voit, l. c. S. 393.

ten auf experimentellem Wege zu dem Resultat: der Leim erleide im Körper eine Metamorphose, wodurch er zu den Leistungen des Körpers beitrage, er müsse also ein Nahrungsmittel sein; eine vollständige Nahrung sei er nicht, könne es schon deshalb nicht sein, weil er keine Asche enthalte.

Aus Versuchen von Bischoff und Voit[1]) „ergab sich die wichtige Thatsache, dass der Leim den Verbrauch an stickstoffhaltiger Nahrung oder Körpersubstanz ansehnlich vermindert, und zwar der Art, dass der Körper sich bei Zusatz von Leim mit einer Eiweissmenge in der Nahrung erhält, mit der er bei reichlichem Zusatz von Fett nicht auskommt. Der Leim musste also nach dieser Erfahrung jedenfalls zu den Nahrungsstoffen gerechnet werden".

Trotzdem diese Mitteilungen von Bischoff und Voit bereits in das Jahr 1860 fallen, begegnen wir doch noch in den erst 1865 veröffentlichten chemischen Briefen Liebig's[2]) einer Stelle, worin es heisst: „Es ist jetzt durch die überzeugendsten Versuche bewiesen, dass die an sich geschmacklose und beim Genusse Ekel erregende Leimsubstanz keinen Ernährungswert besitzt, dass sie, selbst begleitet von den schmackhaften Bestandteilen des Fleisches, den Lebensprozess nicht zu unterhalten vermag und als Zusatz zu der gewöhnlichen Lebensordnung den Ernährungswert der Speisen nicht erhöht, sondern im Gegenteil beeinträchtigt, unzureichend und unvollständig macht; dass ihr Genuss eher schädlich als nützlich ist".

Heute ist durch die Versuche Voits auf das bestimmteste der Beweis erbracht, dass der Leim zwar für sich allein keine Nahrung, wohl aber ein höchst wertvoller Nahrungsstoff ist, der für die Ernährung eine sehr bedeutsame Rolle spielt, da er, mit stickstofffreien Stoffen und nur wenig Eiweiss gereicht, das Leben und die Leistungsfähigkeit des Organismus zu erhalten vermag.

Wir kommen nun zu der Frage: Welche Veränderungen erleidet denn der Leim bei der Verdauung? Wird er wie die Eiweisskörper verdaut oder als Leim wieder ausgeschieden, oder wird er auf irgend eine Weise im Organismus zerstört? Gar viel-

---

1) Bischoff u. Voit, Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. 1860.

2) Liebig, Chem. Briefe. 1865. 32. Brief, S. 318.

fach haben auch in diesem Punkte die Ansichten der Forscher gewechselt.

Tiedemann und Gmelin[1]) sagen in ihrem oben erwähnten Werke: „Der Leim verliert seine Eigenschaft, Gallerte zu bilden. Er scheint nicht gerade in Eiweissstoff verwandelt zu werden".

Funke[2]) ist der Ansicht, „der Magensaft übe auf keinen anderen organischen Nahrungsstoff ausser die Protëinkörper und den Leimstoff eine verdauende Wirkung".

Fick[3]) spricht sich folgendermassen aus: „Der Magensaft löst ausser den eiweissartigen Körpern auch den Leim. Eine eigentliche „Verdauung" erleidet jedoch dieser Körper nicht. Denn der in Magensaft gelöste Leim zeigt alle Reaktionen des unveränderten Leims".

Aehnlich Meissner[4]): „Ich habe auch Versuche über die Verdauung des Leims durch künstlichen Magensaft angestellt. Es wurde die feinste Gelatine benutzt, wie man sie zu Carmininjektionen verwendet. Die Angabe, dass Leim, wie die eigentlichen Eiweisskörper, bei der Verdauung verwandelt werde, kann ich nach jenen Versuchen nicht bestätigen".

Lehmann[5]) hingegen schreibt: „Auffallend ist es, dass Glutin, Chondrin und das leimgebende Gewebe bei ihrer Verdauung im Magen in Stoffe umgewandelt werden, die in ihren physikalischen und den meisten ihrer chemischen Eigenschaften den Peptonen der Protëinkörper vollkommen entsprechen".

Auch Versuche von Metzler[6]) ergaben, „dass der Leim durch den Magensaft verändert wird, er gerinnt nicht mehr. Mit Wahrscheinlichkeit werden durch das Verdauen die endosmotischen Eigenschaften des Leims geändert".

Nach einem später angestellten Versuche konnte Meissner[7]) seine früheren Angaben nur bestätigen; er fand, dass der Leim

1) l. c. S. 300.

2) Lehrbuch der Physiologie. II. Aufl. 1858. Bd. I, S. 269.

3) Fick, Comp. d. Physiologie d. Menschen.

4) Zeitschrift f. rat. Medizin. III. Reihe. Bd. VII, Heft I, S. 15.

5) Lehrbuch d. phys. Chemie. 1850. Bd. II, S. 52.

6) Metzler, Beiträge zur Lehre von d. Verdauung d. Leimes etc. Giessen 1860.

7) Zeitschrift für rat. Medizin. III. Reihe. Bd. XIV, S. 314.

bei der Digestion mit Magensaft seine Fähigkeit zu gelatinieren einbüsse, sein chemisches Verhalten aber nicht ändere, dass er „alle ursprünglichen Reaktionen behält und ein und dasselbe bleibt, während alle wahren Eiweisskörper in Peptone und Parapepton umgewandelt werden". Da das Glutin nicht gefällt wird durch gelbes Blutlaugensalz aus essigsaurer Lösung, nicht durch Säuren ausser Gerbsäure, nicht durch Alkali und Erdsalze u. s. w., so hält er es im allgemeinen für peptonähnlich, „und dem entspricht es denn auch, dass das Glutin durch Magensaft chemisch nicht weiter verändert wird, so wenig wie die einmal entstandenen Peptone".

Auch Schweder[1]) konnte durch seine Versuche nicht beweisen, dass dem Magensaft eine verdauende Wirkung auf Glutin zukomme; dagegen konnte er zeigen, dass Glutin durch Pankreassaft eine Veränderung erleide. Es gelang ihm nämlich, durch Verdauung des Leimes mit Pankreassekret einen Körper herzustellen, „der sämtliche Eigenschaften der Eiweisspeptone, vor allen Dingen auch die Fähigkeit der Diffusion, in ausgesprochener Weise besass, oder mit anderen Worten ein wohlcharakterisiertes Leimpepton".

Etzinger[2]), der auch Ernährungsversuche mit leimgebenden Geweben anstellte, bestätigte das Ergebnis Metzlers, dass der Leim durch künstliche Verdauung sein Gelatinierungsvermögen einbüsse.

Heute wissen wir, dass Leim, wenn er durch längeres Kochen mit Wasser, durch anhaltendes Digerieren mit verdünnten Säuren (Salzsäure) oder durch Einwirkung der verdauenden Fermente seine Fähigkeit zu gelatinieren einbüsst, einem hydrolytischen Prozess unterliegt, wie Eiweiss, wenn es peptonisiert wird, und dass schliesslich Leimpeptone aus ihm entstehen.

Was sind nun diese Leimpeptone? Haben wir unter ihnen echte Peptone im Sinne Kühne's zu verstehen, oder sind sie mehr den Albumosen resp. den Körpern zu vergleichen, die man früher fälschlich mit dem Namen „Peptone" belegte?

Halliburton[3]) scheint noch letzterer Ansicht zu sein, denn

1) Schweder, Zur Kenntnis der Glutinverdauung. Berlin 1867.

2) Zeitschrift für Biologie, Bd. X, S. 84.

3) Halliburton-Kaiser, Lehrbuch der chem. Physiologie u. Pathologie. Heidelberg 1893. S. 136.

er schreibt in seinem erst jüngst erschienenen Werke: „Die durch diese verschiedenen Prozesse gebildeten sog. Leimpeptone stehen in Wirklichkeit den Proteosen näher als den echten Peptonen. Sie werden durch Sättigung mit Magnesium- oder Ammoniumsulfat gefällt“. Inwiefern diese Auffassung mit den neueren Forschungen in Widerspruch steht, will ich weiter unten nachweisen; zunächst soll auf die Frage eingegangen werden, inwieweit die Leimpeptone bezw. die Körper, die man unter diesem Namen zusammenfasste, in ihrer chemischen Zusammensetzung mit ihren Muttersubstanzen übereinstimmen. Wir haben oben gesehen, dass die Eiweisspeptone sich von ihren Muttersubstanzen durch einen geringeren Kohlenstoffgehalt unterscheiden, dass sie als Hydratationsprodukte derselben anzusehen sind. Vergleichen wir nun die Zusammensetzung der Leimpeptone mit der des Leims!

Ich folge hierbei zum Teil der vortrefflichen Arbeit Hofmeisters[1]). Goudoever war der erste, der ein Hydratationsprodukt des Leimes analysierte, nämlich einen Körper, den er durch 55-stündiges Kochen von Fischleim mit Wasser hergestellt hatte.

Er fand:		
	C	48,86 %
	H	6,57 „
	N	17,36 „
	O	27,21 „

Die von Mulder und Fremy[2]) angegebenen Zahlen für Leim aus Hirschhorn resp. Knochen sind folgende:

	C	H	N	S+O	
Leim aus Hirschhorn:	49,31	6,55	18,37	25,77	(Mulder)
Leim aus Knochen:	50,00	6,50	17,50	26,00	(Fremy).

Nencki fand bei der Analyse seines durch Pankreasverdauung und Fäulnis erhaltenen und möglichst gereinigten „Leimpeptons“ eine nicht unbeträchtliche Abweichung von der Muttersubstanz.

Hofmeister liess kochendes Wasser auf gut gereinigte d. h. fast aschefreie Gelatine einwirken und erhielt eine gelb gefärbte, schwach sauer reagierende Flüssigkeit, aus welcher er zwei Substanzen isolieren konnte: nämlich eine durch Platinchlorid fällbare, in 70—80%igem Alkohol unlösliche, die er Semiglutin nannte, und eine durch Platinchlorid nicht fällbare, in Alkohol leichter

1) Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. II. 1878/79.

2) Hammarsten, Lehrbuch der physiol. Chemie, S. 385 u. 31.

lösliche, für welche er den Namen Hemicollin vorschlug. Aus der Analyse ihrer Platin- resp. Kupfersalze leitete er für Semiglutin die Formel $C_{55}H_{85}N_{17}O_{22}$ mit einem Molekulargewicht von 1335, für Hemicollin die Formel $C_{47}H_{68}N_{14}O_{19}$ mit einem Molekulargewicht von 1132 ab.

Aus diesen Formeln berechnet sich die prozentische Zusammensetzung beider Substanzen, wie folgt:

	C	H	N	O
Semiglutin:	49,44	6,36	17,83	26,37
Hemicollin:	49,82	6,01	17,31	26,86.

Diese Analysen unterscheiden sich sehr von denen Nencki's, stimmen aber mit den von Goudoever angegebenen einigermassen überein. Bei weiterer Zersetzung ergaben beide Körper gleiche Produkte, nämlich Glycin und Leucin, so dass sie nicht in einem solchen Verhältnis zu einander zu stehen scheinen wie das Hemipepton zum Antipepton.

Für Glutin fand Hofmeister die Zusammensetzung:

C	50,31 %
H	6,20 „
N	17,84 „
O	25,65 „

Die beiden oben beschriebenen Körper Hofmeister's unterscheiden sich also vom Glutin nur durch einen um etwas geringeren C-Gehalt, während ihr N-Gehalt fast der gleiche ist wie in der Muttersubstanz. Der Unterschied in dem Kohlenstoffgehalt ist aber so gering, dass man unmöglich diese Körper bereits für die Endprodukte der Leimverdauung ansehen kann; es liegt im Gegenteil der Gedanke nahe, dass wir es hier mit Zwischenstufen ähnlich den Albumosen zu thun haben.

Klug[1]), der durch Versuche zeigte, „dass der Leim durch Magensaft und Bauchspeichel rasch verdaut wird", hat nun einige der Zwischenstufen zwischen Leim und Leimpeptonen dargestellt und analysiert. Er benutzte Magensaft, der genau nach der Vorschrift von Kühne und Chittenden[2]) bereitet war, und erhielt bei der Verdauung des Leimes einen Körper, der durch schwefel-

1) Ferd. Klug, Ueber Verdaulichkeit des Leimes. Bonn 1890. Sep.-Abdr. a. d. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 48.

2) Zeitschrift für Biologie Bd. 22.

saures Ammoniak gefällt werden konnte, und welchen er, um die Analogie mit den Albumosen anzudeuten, „Glutose“ nannte. Bei der Analyse fand er ihn kohlenstoffärmer und wasserstoffreicher als das Glutin; er sieht ihn demnach als „Hydrat des Leimes“ an. Neben der Glutose entstand, vielleicht durch Abspaltung aus dem Leim, ein Körper, der bedeutend reicher an Kohlenstoff und ärmer an Stickstoff war als das Ausgangsmaterial; Klug bezeichnet ihn mit „Apoglutin“.

Durch Pankreasverdauung des Leimes stellte Klug ferner eine in Alkohol und Aether unlösliche, in Wasser sehr leicht lösliche Substanz dar, die er für das Endprodukt der Leimverdauung hält und Glutinpepton nennt; auch hierbei erhielt er gleichzeitig Apoglutin oder doch ein dem Apoglutin sehr ähnliches Nebenprodukt. Dass aber dieses Glutinpepton kein echtes Pepton war, sondern entweder ein weiteres Zwischenprodukt zwischen dem wirklichen Pepton und der Glutose oder ein durch irgendwelche anderen Substanzen verunreinigtes Präparat, geht schon daraus hervor, dass es aus seinen Lösungen durch schwefelsaures Ammoniak vollständig gefällt werden konnte. Ausserdem fand Klug bei der Analyse seines Glutinpeptons Kohlenstoffzahlen, die grösser waren als die für die Muttersubstanz gefundenen, was sich nicht mit den bis heute giltigen Lehren Kühne's und Chittenden's (s. o.) vereinbaren lässt. Die Werte sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich.

		Produkte der Magen-		u. der Pankreasverdauung	
	Glutin	Glutose	Apoglutin	Apoglutin	Glutino-pepton
C	42,75	40,06	48,39	49,11	42,95
H	7,00	7,02	7,50	8,48	7,18
N	15,61	15,86	14,02	11,65	15,89
O + S	34,64	37,06	30,09	30,76	33,98

Nicht viel glücklicher war Gerlach[1]) bei der Reinigung und Isolierung seiner Leimpeptone, die er teils durch Pepsin-, teils durch Trypsinverdauung dargestellt hatte. Auch seine Präparate

1) Gerlach, Die Peptone u. s. w. Hamburg 1891. S. 64.

unterscheiden sich in ihrem Kohlenstoffgehalte nur wenig von der Muttersubstanz, wie aus nachstehender Tabelle hervorgeht.

	Leim	Leimpepton durch	
		Pepsin-verdauung	Trypsin-verdauung
C	49,54	48,97	49,17
H	6,33	6,505	6,87
N	17,71	17,67	17,69

Auffallend ist, dass Gerlach durch Pepsinverdauung, bei welcher doch nach Kühne fast nur Vorstufen der eigentlichen Peptone entstehen, Körper mit geringerem C-Gehalt erhielt als durch Trypsinverdauung. Sein mit Pepsin dargestelltes „Leimpepton" muss man als ein den Albumosen analoges Verdauungsprodukt auffassen, die Eigenschaften des Präparates, z. B. seine Fällbarkeit durch HNO_3 + NaCl, sprechen dafür; über die für die Charakterisierung des Präparates wichtigste Reaktion, nämlich über sein Verhalten zu Ammoniumsulfat, findet sich leider keine bestimmte Angabe. Aber Gerlach verwahrt sich ausdrücklich dagegen, dass seine „Leimpeptone" etwa als Zwischenstufen aufgefasst werden, und hält die durch Pepsin- und die durch Trypsinverdauung gewonnenen Körper für einander vollkommen gleich. „Es lag nahe bei der Verdauung des Leimes nach Zwischenprodukten zu suchen, welche etwa den Albumosen entsprächen. Zu dem Ende wurde eiweissfreier Leim der peptischen Verdauung nur während kurzer Zeit (fünf bis sieben Tage lang) unterworfen. Während ich in einem Fall den Eindruck empfing, als ob solche Zwischenprodukte beständen, d. h. als ob nicht die gesamte Leimmenge aus der Verdauungsflüssigkeit ausgefällt worden sei, überzeugte ich mich doch durch zahlreiche Versuche, dass dem nicht so sei, dass vielmehr bei wirklicher Sättigung der betreffenden Verdauungslösung mit schwefelsaurem Ammon das Filtrat auch nicht die Spur einer Biuretreaktion oder Violettfärbung mit NaHO + $CuSO_4$ mehr gibt. Aber auch die tryptische Verdauung des Leimes ergab nur Präparate, welche sich vollständig gleich verhalten den bei der Pepsinverdauung gewonnenen ....." Es ist nicht einzusehen, wie daraus, dass „die gesamte Leimmenge aus

der Verdauungsflüssigkeit“ durch Ammoniumsulfat ausgefällt werden konnte, die Abwesenheit von Zwischenprodukten d. h. von Vorstufen des Leimpeptons gefolgert werden muss.

Die Ernährungsversuche, die Gerlach mit seinen Leimpeptonen anstellte, ergaben, dass „Leimpepton“ allein nicht im Stande ist, die gesamte Eiweissmenge der Nahrung zu ersetzen, dass es jedoch ein gutes Sparmittel ist, welches einen hohen Prozentsatz des Eiweisses in der Nahrung vertreten kann. Da aber seine Präparate ebenfalls nicht Peptone im Kühne'schen Sinne waren, so beweisen seine Versuche nichts gerade für die Frage, um derentwillen sie angestellt wurden.

Die Frage, ob auch bei der Verdauung des Leimes erst Produkte entstehen, die als Zwischenstufen zwischen diesem und den eigentlichen Peptonen anzusehen sind, ist also noch wenig geklärt, und soviel ich aus der Litteratur ersehen konnte, ist auch in der neuesten Zeit kein weiterer Versuch zu ihrer Lösung gemacht worden. Dagegen liegen exakte und erfolgreiche Untersuchungen über die Peptonisierung des Leimes durch Säurewirkung vor.

Wie bei Verdauung durch Pankreas, so zerfallen auch bei anhaltender Einwirkung starker Säuren die Eiweissstoffe schliesslich in eine Reihe einfacherer, zum Teil wohlbekannter Verbindungen, insbesondere in Amidosäuren; bei passend gemässigter Säurewirkung kommt es jedoch nicht zum völligen Zerfall des Eiweisses, sondern, wie Kühne zeigte, zur Bildung von Peptonen. Daraus nun, dass Glutin, wie die Arbeiten von Horbaczewsky, Gaethgens und Tatarinoff dargethan haben, durch längeres Kochen mit Säuren in Ammoniak, Glykokoll, Alanin, Leucin u. s. w., also in ähnlicher Weise wie Eiweiss zerfällt, folgerte Paal[1]), dass bei weniger energischem Eingriff aus Glutin ebenso wie aus Eiweiss Peptone entstehen müssten, und „von der Annahme ausgehend, dass die durch Einwirkung von Säuren auf Protëinstoffe entstehenden Peptone in Form ihrer Salze im Reaktionsprodukt enthalten sein müssen“, liess er Halogenwasserstoffsäure sowie Schwefelsäure auf Glutin einwirken. „Bei diesen Versuchen sellte sich bald heraus, dass in der That Peptonsalze gebildet werden und dass es auch leicht gelingt, dieselben auf Grund ihrer eigentümlichen Löslichkeitsverhältnisse zu isolieren“. Je nach der längeren oder kürzeren

1) Ueber die Peptonsalne des Glutins. Ber. d. Deutsch. chem. Gesellschaft. Jahrg. XXV. S. 1202.

Dauer der Einwirkung von HCl erhielt Paal Produkte von höherem oder niedrigerem Salzsäuregehalt; erstere konnten als wahre Kühne'sche Peptone aufgefasst werden, da sie durch Ammonsulfat nicht aus ihrer Lösung gefällt wurden, während die Produkte mit geringerem Salzsäuregehalt, die durch Ammonsulfat mehr oder minder vollständig niedergeschlagen wurden, den Albumosen zu vergleichen waren; diese letzteren könnte man, wenn man die von F. Klug vorgeschlagene Bezeichnung anwenden will, Glutosen nennen. Bei der Analyse ergaben die durch Ammonsulfat fällbaren Körper, wie zu erwarten, einen weit höheren Kohlenstoffgehalt als die Peptone, aber es zeigte sich auch auffallender Weise bei mehreren Präparaten ein höherer Kohlenstoffgehalt als bei der Gelatine, aus der sie dargestellt worden waren. Ich lasse hier aus der Fülle analytischer Belege, welche die Arbeit von Paal bietet, drei Analysen folgen, eine Analyse von gereinigter Gelatine (Glutin) und zwei von Peptonchlorhydraten.

		Peptonsalze	
HCl		10,47 %	13,53 %
	Glutin	freie Peptone	
C	50,14 %	50,37 %	48,05 %
H	6,69 „	7,18 „	7,27 „
N	18,12 „	17,52 „	—
S	0,57 „	—	—

Die Analyse des Glutins stimmt mit der von Fremy (s. S. 26) angegebenen ziemlich gut überein. Dass die „Peptone“ mit niedrigem Salzsäuregehalt mehr Kohlenstoff ergaben als das Glutin, erklärte sich daraus, dass „die Präparate ätherartige Verbindungen enthalten, welche beim Erwärmen mit Natronlauge Alkohol abspalten“. Die Bedingungen für die Entstehung solcher Verbindungen waren durch die wiederholte Anwendung von Alkohol bei der Aufarbeitung der stark salzsauren peptonhaltigen Flüssigkeiten gegeben.

Sämtliche Präparate mit einem HCl-Gehalt von 12—13 % können als Salze der eigentlichen Peptone nach der Definition Kühne's angesehen werden. Diese reinen Leimpeptone sind es, die von vornherein das physiologische Interesse in hohem Grade in Anspruch nehmen mussten. Zunächst galt es ihren Nährwert festzustellen. Zur Lösung dieser Frage habe ich auf Anregung und unter Leitung

des Herrn Dr. O. Schulz, Assistenten am physiologischen Institut, die im folgenden beschriebenen Fütterungsversuche durchgeführt.

Es sollte in erster Linie festgestellt werden, ob es überhaupt gelinge, ein Tier mit dem salzsauren Glutinpepton im Stickstoffgleichgewicht zu erhalten, wenn ihm daneben eine ungenügende N-Nahrung in Form von Fleisch gereicht würde, und zweitens, inwieweit der Stickstoff des Fleisches durch den des Glutinpeptons ersetzt werden könne.

Durch die Güte des Herrn Professor Dr. C. Paal wurde mir ein Präparat zur Verfügung gestellt von der Zusammensetzung:

C 41,9 %
H 6,3 „
N 15,0 „
HCl 13,34 „

d. i. auf die freien Peptone berechnet:

C 48,35 %
H 7,27 „
N 17,31 „

Der hohe Salzsäuregehalt bürgte für die Reinheit des Präparates. Was den Stickstoffgehalt betrifft, so konnte ich durch Stickstoffbestimmungen nach Kjeldahl niemals den durch Elementaranalyse ermittelten Wert erreichen, sondern nur einen um 1, ja sogar um 2 % kleineren. Aehnlich niedrige Zahlen ergaben auch die gleichfalls im hiesigen physiologischen Institut ausgeführten Analysen von F. Heubach[1]), der darüber schon berichtet hat. Worauf diese Differenz zurückzuführen, konnte nicht festgestellt werden. Ich habe bei sämtlichen Berechnungen unter Nichtbeachtung der nach Kjeldahl erhaltenen Stickstoffwerte einen Stickstoffgehalt von 15 % für das Peptonchlorhydrat zu Grunde gelegt.

Als Versuchstier wurde ein männlicher Hund von ca. 6000 g Körpergewicht benutzt, der schon früher zu ähnlichen Versuchen gedient hatte. Sein Futter, mit wenigen Ausnahmen die ganze Tagesration, erhielt er stets mittags, und zwar ausserhalb des Käfigs; nur an 6 Tagen, wie weiter unten noch angegeben werden wird, verfütterte ich Mittags etwa die Hälfte und erst nach Verlauf mehrerer Stunden den Rest der Tagesration. Während er frass, wurde

1) Heubach, Ueber Infusionen von C. Paal'schem salzsauren Glutinpepton in die Blutbahn. Sitzgsber. d. physik.-med. Societät in Erlangen. 25. Heft, S. 98.

der Käfig, ein Zinkblechkasten mit beweglichem, in der Mitte nach unten gewölbtem, durchlöchertem Boden, und die Schale, in welche der Harn ablief, mit Hilfe der Spritzflasche gründlich ausgespritzt. Ein Teil des an den Wandungen des Käfigs eingetrockneten Harns konnte so wiedergewonnen werden; desgleichen wurde so verhindert, dass Harn vom vorhergehenden Tage sich mit frischem vermischte.

Der Kot des Hundes war während der ganzen Versuchsreihe stets so fest, dass er, ohne auch nur eine Spur am Boden des Käfigs zu hinterlassen, weggenommen werden konnte.

Es versteht sich von selbst, dass bei der täglichen Fütterung und Wägung des Hundes — letztere geschah ebenfalls Mittags, kurz vor der Fütterung — mit der grössten Sorgfalt verfahren wurde, so dass es dem Tier unmöglich war, Harn und Kot anderswo als in seinem Käfig zu entleeren.

Wenn trotzdem kleine Mengen von Harn und damit von dem uns interessierenden Harn-Stickstoff verloren gingen, insbesondere das, was an den Haaren des Tieres haften blieb, so dürfte dieser Verlust einmal ziemlich gering sein, andererseits auch für unsere Untersuchung weniger in Betracht kommen, da er doch täglich wiederkehrte und so die Analysen der Ausscheidungen nicht einseitig zum Nachteil der Fleisch- oder der Peptonperiode beeinflussen konnte. Den gesamten Stickstoff im Harn und Kot wiederzufinden gelingt ja auch in dem auf das sorgfältigste unter allen möglichen Kautelen ausgeführten Stoffwechselversuche nicht, da stets Spuren von Stickstoff durch die Haut und mit abgestossenen Epithelien, Haaren und Nägeln den Organismus verlassen. Begnügen wir uns also, wenn das Defizit sich innerhalb der gewöhnlichen Fehlergrenzen bewegt.

Die Bestimmung des Stickstoffs im Harn bezw. des Harnstoffs wurde nach der von Pflüger[1]) verbesserten Liebig'schen Titriermethode ausgeführt.

Der Stickstoff der Nahrung und des Kotes wurde nach der Methode von Kjeldahl-Wilfarth mit der Modifikation von Argutinsky[2]) bestimmt.

Um mich zu vergewissern, dass wirklich nach der von Pflüger

1) Pflügers Archiv, Bd. XXI. — Schotten, Kurzes Lehrbuch der Harnanalyse.

2) Pflügers Archiv, Bd. XLVI, S. 581.

angegebenen Methode der gesamte Stickstoff des Harns gefunden werde, habe ich einige Stickstoffbestimmungen zugleich noch nach Kjeldahl ausgeführt; dabei ergab sich das erfreuliche Resultat, dass die nach beiden Methoden erhaltenen Werte so wenig von einander abwichen, dass die Differenz bei der Berechnung kaum in Betracht kommen würde. Ich werde unten bei den analytischen Belegen einige Beispiele hierfür anführen.

Der Harn wurde fast immer sogleich nach Schluss des 24 stündigen Tages, während dessen er entleert worden war, der Analyse unterworfen; falls dies jedoch aus äusseren Gründen nicht geschehen konnte, wurde er zur Verhütung der Gärung auf ca. 80° erhitzt und blieb sodann an einem kühlen Orte bis zum nächsten Tage stehen. Da ich den Hund nicht katheterisierte, so mussten begreiflicherweise die Tageswerte für die Stickstoffausscheidung innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwanken, und für die Beurteilung der Stickstoffbilanz konnte keiner der einzelnen Werte, sondern nur der Durchschnitt aus sämtlichen Tageswerten einer ganzen Periode massgebend sein.

Die bei den Stickstoffbestimmungen des Fleisches gefundenen Zahlen stimmen vollkommen mit den von Voit[1]) angegebenen überein. Das Mittel aus mehreren Analysen war bei meinen Bestimmungen (s. unten analytische Belege) 3,44 %; Voit fand 3,4 %, Adamkiewicz[2]) 3,86 % N.

Der Kot wurde sofort nach der Entleerung gewogen, getrocknet, gepulvert und durch ein feines Sieb geschickt. Das Durchsieben war deshalb notwendig, weil dem Kot viel Haare beigemengt waren, welche bei der Stickstoffbestimmung kleine Ungenauigkeiten herbeigeführt hätten.

Zur Analyse kamen Durchschnittsproben des Gesamtkotes von jeder Periode. Nur von der ersten Fleischperiode wurde der zuerst entleerte Kot für sich analysiert. Der Stickstoffgehalt des Fleischkotes war nicht konstant, er betrug bei den vier analysierten Proben 6,2 — 5,37 — 6,63 — 5,34 %.

Bischoff und Voit[3]) fanden im Fleischkot durchschnittlich 6,5 % N.

1) Voit, Zeitschrift für Biologie, Bd. I. S. 96.

2) Adamkiewicz, Natur und Nährwert des Peptons, S. 86.

3) Bischoff und Voit, Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. 1860.

Die Angaben der beiden Forscher, die Beschaffenheit des Kotes betreffend, kann ich nur bestätigen. Bischoff und Voit schreiben nämlich in ihrem bereits genannten Werke: „Der Fleischkot ist dunkelschwarz, zäh wie Pech oder sehr fest; er erscheint in geformten Würsten und ist sehr leicht von den anderen Kotsorten unterscheidbar. Wir haben im Fleischkot niemals unverdaute Fleischreste entdecken können.“ Das letztere gelang auch mir niemals. Dass hingegen bei Fleischfütterung nur selten Kot entleert werde, oft während eines Zeitraumes von 8 Tagen nicht, konnte ich nicht beobachten; der Kot wurde vielmehr bei reiner Fleischnahrung durchschnittlich jeden dritten Tag entleert. Bezüglich des Leimkotes geben Bischoff und Voit an: „Der Leimkot ist, wenn mit dem Leim viel Fleisch gereicht wird, eine dunkelschwarze Schmiere, zäh wie Fleischkot; bei wenig Fleisch ist er weicher, dunkelbraun, aber wie Fleischkot riechend. Wird nur Leim gegeben, so ist der Kot braungelb. Bei Leimnahrung wird der Kot selten entleert.“ Den Stickstoffgehalt des Leimkotes fanden Bischoff und Voit gleich 4,2 %. Wenn es nun erlaubt ist, von dem Leimkot einen Schluss auf den Leimpeptonkot zu ziehen, so weichen meine Befunde von denen der genannten Forscher etwas ab. Ich fand bei Darreichung von viel Fleisch mit wenig Leimpepton den Kot weicher und übelriechender als den reinen Fleischkot; verfütterte ich dagegen weniger Fleisch und mehr Leimpepton, so nahm er eine härtere Konsistenz an, und der üble fäkale Geruch wurde womöglich noch unangenehmer. Der Stickstoffgehalt des Leimpeptonkotes betrug in der ersten Peptonperiode 5,61 %, in der zweiten 4,41 %.

Zur Abgrenzung des Fleischkotes von dem Leimpeptonkote dienten Knochen, welche dem Hunde jedesmal am Ende einer Fütterungsperiode gereicht wurden; die Trennung der Exkremente gelang dadurch vollkommen.

Es erübrigen noch einige Bemerkungen über die Beschaffenheit des Harns. Bischoff und Voit fanden den Harn bei reichlicher Fleischnahrung hell und von rein gelber Farbe; er reagierte stets sauer. Diesen Angaben entsprechen meine Beobachtungen nicht. Der Harn hatte in der Regel ein trüb gelbliches Aussehen und reagierte sehr häufig alkalisch. Den Leimharn fanden die genannten Forscher etwas dunkler gefärbt als den Fleischharn, die ersten Portionen reagierten alkalisch, „die späteren aber,

etwa 10 Stunden nach der Nahrungsaufnahme, schon sauer. Es fiel stets nach einigem Stehen des Harns eine reichliche Menge eines schmutzig gelben Sediments zu Boden, was sich aus grösseren und kleineren Oktaëdern von oxalsaurem Kalk bestehend erwies; wir haben im Hundeharn niemals, ausser bei Fütterung mit Leim, dies Sediment wahrgenommen. Es scheint, dass bei der Oxydation des Leims als Zersetzungsprodukt neben Harnstoff auch Oxalsäure entsteht.“ Was die Farbe des Leimpeptonharns betrifft, so konnte ich darin keinen wesentlichen Unterschied von dem Fleischharn erkennen. Dagegen war seine Reaktion deutlich sauer, und zwar in der zweiten Peptonperiode gleich von Anfang an, in der ersten Peptonperiode vom sechsten Tage an.

Der Fütterungsversuch währte im ganzen 52 Tage. Hiervon kam ein Tag der ersten Fleischperiode in Wegfall, da infolge einer Unvorsichtigkeit der Harn von diesem Tage verloren ging. Bei der Aufstellung der Bilanz wurde natürlich alles, was auf diesen Tag gekommen wäre, N der Nahrung und des Kotes weggelassen.

Die übrigen 51 Tage verteilten sich auf die einzelnen Perioden wie folgt:

1. Fleischperiode	15 Tage
1. Peptonperiode	13 Tage
2. Fleischperiode	12 Tage
2. Peptonperiode	8 Tage
3. Fleischperiode	3 Tage.

In der ersten Fleischperiode erhielt der Hund *pro die* 235 g Pferdefleisch, und zwar gehacktes fettfreies Muskelfleisch, 25 g fein zerschnittenen Speck und 400 ccm Wasser, alles zusammen unter Zusatz von etwas Kochsalz zu einem dünnen Brei verrührt. Den Stickstoffgehalt des Fleisches zu 3,44 % gerechnet, erhielt er also täglich in seinem Futter 8,084 g N. Nach Voit braucht ein Hund von 34 kg Körpergewicht bei reiner Fleischkost täglich mindestens 1500 g Fleisch (1500—1800 g), wenn er nichts von seinem Gewicht verlieren soll. Hiernach hätte ich meinem Hunde, der 6 kg wog, täglich mindestens 265 g Fleisch geben müssen. Ich gab ihm 30 g Fleisch weniger, legte ihm aber dafür 25 g Fett zu. Der Erfolg war, dass der Hund während der ersten Fleischperiode merklich an Gewicht zunahm, und zwar, wie aus der Stickstoffbilanz geschlossen werden kann, dadurch, dass er Fleisch ansetzte.

In der darauf folgenden Peptonperiode wurde ein grosser Teil des Stickstoffs in Gestalt von Leimpepton verfüttert. Der Hund erhielt also in seiner Fleischration eine N-Zufuhr, welche bei weitem zu gering war, um das Tier vor N-Verlust schützen zu können. Das gleiche geschah in der 2. Peptonperiode, nur mit dem Unterschiede, dass hier die Menge des im Pepton verfütterten Stickstoffs mehr als die Hälfte des Gesamtstickstoffs der Nahrung betrug.

Bevor ich die einzelnen Versuche einer näheren Besprechung unterziehe, will ich in den folgenden Tabellen darlegen, wie sich die Stickstoff-Einnahmen und -Ausgaben auf die einzelnen Tage sowohl wie auf die ganzen Perioden verteilten.

Erste Fleischperiode.

Tag	Gewicht des Hundes	Nahrung	N in der Nahrung	N im Harn	N im Kot
22. VI. 92	5800 g	235 g Pferdefleisch, 25 g Speck, 400 ccm Wasser	8,084 g	5,543 g	0,899 g
23. VI. „	5870 „			6,616 „	
24. VI. „	5800 „			8,207 „	
25. VI. „	5770 „			7,190 „	
26. VI. „	5700 „			7,460 „	
27. VI. „	5700 „			7,922 „	
28. VI. „	5870 „			5,687 „	
29. VI. „	5860 „			6,621 „	
30. VI. „	5810 „			4,614 „	
1. VII. „	5870 „			5,981 „	2,021 g
2. VII. „	5790 „			6,695 „	
3. VII. „	5810 „			8,160 „	
5. VII. „	5950 „			6,532 „	
6. VII. „	5950 „			8,676 „	
7. VII. „	6000 „			7,880 „	
		Im Mittel *pro die*:		6,919 g	0,195 g

Bilanz: 8,084 g — (6,919 + 0,195) g
= + 0,970 g N.

Erste Peptonperiode.

Tag	Gewicht des Hundes	Nahrung	N in der Nahrung	N im Harn	N im Kot
8. VII. 92	6000 g	25 g Speck, 185 g Fleisch, 11,86 g Pepton	8,143 g	8,552 g	
9. VII. „	6060 „	25 g Speck, 185 g Fleisch, 12,8 g Pepton	8,284 „	7,992 g	
10. VII. „	5980 „			2,920 „	
11. VII. „	6050 „			9,056 „	
12. VII. „	5970 „			9,252 „	
13. VII. „	6020 „	185 g Fleisch, 25 g Speck, 12 g Pepton	8,164 „	6,541 „	3,11 g
14. VII. „	6000 „			7,810 „	
15. VII. „	6030 „			6,896 „	
16. VII. „	6050 „			7,446 „	
17. VII. „	5950 „			7,026 „	
18. VII. „	5970 „	160 g Fleisch, 25 g Speck, 18 g Pepton	8,204 g	7,890 „	
19. VII. „	5970 „			7,390 „	
20. VII. „	6010 „			6,971 „	

Im Mittel *pro die*: 8,187 g 7,367 g 0,24 g

Bilanz: 8,187 g — (7,367 + 0,24) g = + 0,580 g N.

Zweite Fleischperiode.

Tag	Gewicht des Hundes	Nahrung	N in der Nahrung	N im Harn	N im Kot
21. VII. 92	6030 g			7,162 g	
22. VII. „	6100 „			8,417 „	
23. VII. „	5990 „			5,333 „	
24. VII. „	6010 „			6,933 „	
25. VII. „	6050 „			7,446 „	
26. VII. „	5980 „			9,495 „	
27. VII. „	6030 „	235 g Pferdefleisch, 25 g Speck, 400 ccm Wasser	8,084 g	8,352 „	3,10 g
28. VII. „	6000 „			7,983 „	
29. VII. „	6010 „			5,515 „	
30. VII. „	6000 „			9,150 „	
31. VII. „	5980 „			9,901 „	
1. VIII. „	6100 „			5,351 „	

Im Mittel *pro die*: 8,084 g 7,586 g 0,258 g

Bilanz: 8,084 g — (7,586 + 0,258) g = + 0,240 g N.

Zweite Peptonperiode.

Tag	Gewicht des Hundes	Nahrung	in der Nahrung (N)	im Harn (N)	im Kot (N)
2. VIII. 92	5950 g	25 g Speck 135 g Fleisch 24 g Pepton	8,24 g	7,754 g	
3. VIII. „	5980 „			7,768 „	
4. VIII. „	5900 „			7,605 „	
5. VIII. „	5990 „	110 g Fleisch 25 g Speck 30 g Pepton		7,586 „	1,6486 g
6. VIII. „	5980 „		8,28 g	9,173 „	
7. VIII. „	6010 „			7,194 „	
8. VIII. „	6140 „			4,096 „	
9. VIII. „	6000 „			8,165 „	

Im Mittel *pro die*: 8,275 g 7,418 g 0,206 g

Bilanz: 8,275 g — (7,418 + 0,206) g

= + 0,651 g N.

Dritte Fleischperiode.

Tag	Gewicht des Hundes	Nahrung	in der Nahrung (N)	im Harn (N)	im Kot (N)
10. VIII. 92	6050 g	235 g Fleisch	8,084 g	5,039 g	
11. VIII. „	6025 „	25 g Speck 400 ccm Wasser	8,084 „	7,927 „	0,7449 g
12. VIII. „	6050 „		8,084 „	8,076 „	

Im Mittel *pro die*: 8,084 g 7,014 g 0,2483 g

Bilanz: 8,084 g — (7,014 + 0,248) g

= + 0,822 g N.

Der Verlauf des ganzen Fütterungsversuches ist gekennzeichnet, wenn wir nur die Mittelwerte für die tägliche Stickstoff-Einfuhr und -Ausfuhr in den fünf aufeinander folgenden Perioden tabellarisch zusammenstellen; wir müssen nur noch festhalten, dass das Gewicht des Hundes in der ersten Fleischperiode etwas anstieg, dann aber bis zum Schluss des Versuches konstant blieb.

	N			
	in der Nahrung	im Harn	in Harn und Kot	Bilanz
1. Fleischperiode	8,084 g	6,919 g	7,114 g	+ 0,970 g
1. Peptonperiode	8,187 „	7,367 „	7,607 „	+ 0,580 „
2. Fleischperiode	8,084 „	7,586 „	7,844 „	+ 0,240 „
2. Peptonperiode	8,275 „	7,418 „	7,624 „	+ 0,651 „
3. Fleischperiode	8,084 „	7,014 „	7,262 „	+ 0,822 „

Die Stickstoffausgaben zeigen keine ungewöhnlichen Schwankungen, die grösste Differenz finden wir zwischen den Werten der ersten und der zweiten Fleischperiode, sie beträgt hier rund 10% des Wertes der ersten Fleischperiode. Worauf aber besonders Gewicht zu legen ist, das ist, dass während der Peptonperioden das Tier nichts von seinem Körperstickstoff zusetzte.

Was die Resorption der eingeführten Stickstoffnahrung betrifft, so stehen auch in dieser Beziehung die Peptonperioden den Fleischperioden völlig gleich zur Seite, wenn sie diese nicht sogar übertreffen; denn es fand sich bei der Peptonfütterung um ein geringes weniger Stickstoff im Kot, obwohl die Nahrung etwas stickstoffreicher war, als in den Fleischperioden. Die hiefür in Betracht kommenden Zahlen enthält die folgende Tabelle.

	N in der Nahrung pro die	N im Kot	Kot-N in % des Nahrung-N
1. Fleischperiode	8,084 g	0,195 g	2,41 %
2. „	8,084 „	0,258 „	3,20 „
3. „	8,084 „	0,248 „	3,07 „
1. Peptonperiode	8,187 „	0,240 „	2,93 „
2. „	8,275 „	0,206 „	2,48 „

In den Fleischperioden gingen im Mittel 2,89 %,
in den Peptonperioden 2,71 %
vom Stickstoff der Nahrung in den Kot über.

Das Körpergewicht des Hundes weist in der ersten Fleischperiode grössere Schwankungen als in den folgenden Perioden auf; dabei steigt es in 16 Tagen um etwa 200 gr. Die Steigerung erklärt sich wohl daraus, dass der Hund vor Beginn des Versuches minderwertiges Futter erhalten und infolge dessen Verlust an Körpersubstanz erlitten hatte. Während der beiden Peptonperioden bleibt das Gewicht auf der Höhe, welche durch die vorbereitende Fleischfütterung erreicht worden war.

Es bleibt noch übrig, auf die Art der Darreichung des Leimpeptons näher einzugehen.

Anfangs wurde versucht, das Peptonchlorhydrat mittelst Schlundsonde einzuführen, und zwar in einer dünnen, wässerigen Auflösung, deren stark saure Reaktion durch Natronlauge so weit abgestumpft worden war, dass die Flüssigkeit einen Lakmusstreifen nur eben noch deutlich rötete. Die Sonde kam allein an den beiden ersten Peptontagen in Anwendung; beide Male trat, vielleicht infolge der starken Reizung der Magenschleimhaut durch die grosse Flüssigkeitsmenge, Erbrechen ein. Da sich nun am zweiten Peptontage zeigte, dass der Hund das Erbrochene, nachdem ich es mit einem Teil der Fleischration angerührt hatte, ohne Zögern frass, so verfuhr ich von da ab folgendermassen. Täglich wurden ca. 400 ccm einer wässrigen, fast neutralen Peptonlösung hergestellt, welche anfangs 12 g, später 18 g Peptonchlorhydrat enthielt (s. die Tabelle auf S. 38). Von dieser Lösung wurde die Hälfte, mit der halben täglichen Fleisch- und Speckportion angerührt, mittags um 12 Uhr und die andere Hälfte mit dem Rest des Fleisches und Specks abends um 6 Uhr dem Hunde vorgesetzt. Trotz des abschreckend bitteren Geschmackes der Peptonlösung nahm er das Futter willig an, und bereits nach 6 Tagen hatte er sich derartig an die Peptonfleischmischung gewöhnt, dass er die ganze Portion mit 12 g und später mit 18 g Peptonsalz auf einmal frass, dass ihm also vom 6. Tage an die ganze Futterration auf einmal, wie in der ersten Fleischperiode, gereicht werden konnte. Er frass schliesslich das Futter mit derselben Gier wie die Fleisch-Speckmischung und leckte die Schüssel in

wenigen Minuten bis auf den Boden vollkommen rein aus. Ja, als er nach Ablauf der ersten Peptonperiode wieder auf Fleischkost gesetzt wurde, schien ihm diese anfänglich weniger zu behagen als die peptonhaltige Nahrung. Erbrechen trat in 10 aufeinander folgenden Tagen, in denen 5 mal 12 g und 5 mal 18 g Peptonsalz verfüttert wurden, niemals ein; der Hund war immer gleichmässig munter.

Bei der 2. Peptonperiode wurden 1 mal 24 g und 7 mal 30 g Peptonsalz gereicht. In den ersten 3 Tagen gab ich es wiederum in 3—5 %iger fast neutraler Lösung, in welche ich, wie bisher, das gehackte Fleisch und die Speckstückchen einrührte. Der Hund nahm zwar die grosse Menge Flüssigkeit ohne Anstand, aber es trat an diesen 3 Tagen Erbrechen ein. Da das Erbrochene vollständig aufgefangen und von dem Hunde wieder gefressen wurde, so ging glücklicherweise von dem Futter nichts verloren. Allein wenn das Erbrechen nicht von dem Pepton herrührte, so musste es sich leicht ganz vermeiden lassen. Und in der Tat liess es sich einfach dadurch vermeiden, dass ich die Peptonlösung mit einem Teil der Fleischration bis auf ein Volum von etwa 400 ccm einkochte und dann den Speck und den Rest des Fleisches hinzufügte. Das so hergestellte Futter frass der Hund anscheinend gern und vertrug es in 5 aufeinander folgenden Tagen vortrefflich. Am 7. VIII., dem vorletzten Tag der 2. Peptonperiode, liess er einen kleinen Teil der Tagesration in der Schüssel; er erhielt diesen Rest am 8. VIII. zugleich mit dem neuen Futter und verzehrte die ganze auf ein passendes Volum eingekochte Futtermischung, die mehr als 35 g Peptonsalz enthalten mochte, auf einmal.

Auch während der 2. Peptonperiode war das Allgemeinbefinden des Hundes stets ein vorzügliches: er war immer munter und zeigte guten Appetit; Störungen im Darmtractus wurden nie beobachtet; der Stuhl war, wie bereits oben bemerkt, völlig normal. Im Harn wurden weder Pepton noch andere abnorme Harnbestandteile jemals gefunden; auch die Prüfung des Rückstandes von 500 ccm Harn, die auf dem Wasserbade bis zur Syrupskonsistenz eingedampft worden waren, ergab nichts Bemerkenswertes. Das Erbrechen in den ersten 3 Tagen, das lediglich eine Folge der Aufnahme eines zu grossen Flüssigkeitsquantums war, hatte nicht den geringsten Einfluss auf das Allgemeinbefinden.

Wir dürfen nach diesen Erfahrungen das Endresultat des ganzen Fütterungsversuches wie folgt zusammenfassen:

Das Paal'sche Glutinpepton ist im Stande, einen Hund, dem eine ungenügende Menge stickstoffhaltiger Nahrung in Form von Fleisch zugeführt wird, im Stickstoffgleichgewicht zu erhalten, und zwar gelingt es, mehr als die Hälfte des gesamten Stickstoffbedarfs durch Glutinpepton zu decken. Ob ein noch weiter gehender Ersatz möglich ist, muss vorläufig dahingestellt bleiben.

Die vorstehende Untersuchung war an einem verhältnismässig kleinen Hunde ausgeführt worden. Ihr günstiges Resultat regt dazu an, ähnliche Versuche mit dem Paal'schen Glutinpepton an grösseren Hunden und vor allem am Menschen anzustellen. Ueber die Schwierigkeiten, die für die Darreichung des Peptons aus seinem überaus bitteren Geschmack erwachsen, wird man auf die eine oder andere Art hinwegkommen können. Abgesehen hiervon dürfen wir schon jetzt erwarten, dass das ganz unschädliche und leicht resorbierbare Präparat auch in der Krankenernährung mit Erfolg zu verwerten sein wird.

Zum Schlusse will ich das, was man bis heute über den Nährwert der Peptone durch Fütterungs- und Stoffwechselversuche in Erfahrung gebracht hat, mit wenigen kurzen Sätzen noch einmal hervorheben.

1. Der heutige Stand unserer Kenntnis erlaubt nicht, über die Gleichwertigkeit von Pepton und Eiweiss als Nährstoffe ein endgültiges Urteil zu fällen.

2. Die Versuche, welche zur Entscheidung dieser Frage vor den Forschungen Kühne's und seiner Schüler angestellt worden sind, sind nicht beweisend, da sie nicht mit reinen Peptonen, sondern mit Albumosen oder mit Gemischen von Albumosen und Peptonen ausgeführt wurden.

3. Die Ergebnisse, welche die Ernährung von Tieren mit Kühne'schen Peptonen geliefert hat, ermutigen nicht dazu, diese Präparate für den Menschen zu verwerten.

4. Auch heute stehen wir noch auf dem Standpunkte Voit's, dass die Peptone im wesentlichen eiweissersparend wirken; ob aber die Kühne'schen Eiweisspeptone für den Menschen nur als Spar-

mittel gelten oder doch das Eiweiss vollkommen ersetzen können, lässt sich vorläufig nicht entscheiden.

5. Wir wissen, dass der Leim ein vortrefflicher Eiweisssparer ist. Ein Gleiches gilt auch von dem reinen Leimpepton, das mehr als die Hälfte des Nahrungseiweisses zu ersetzen vermag. Die unangenehmen Nebenwirkungen, welche häufig nach Darreichung von Eiweisspeptonen beobachtet wurden, treten nach Darreichung von reinen, auf chemischem Wege d. h. ohne peptonisierende Fermente dargestellten Leimpeptonen nicht hervor.

Der experimentelle Teil der vorliegenden, auf Anregung des Herrn Dr. O. Schulz unternommenen Arbeit wurde im Sommersemester 1892 im physiologischen Institut der Universität Erlangen ausgeführt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. J. Rosenthal für die gütige Ueberlassung der Hilfsmittel des physiolog. Institutes und Herrn Dr. O. Schulz für die hilfreiche Unterstützung und Anleitung bestens zu danken. Ferner möchte ich auch an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. C. Paal meinen verbindlichsten Dank aussprechen für die grosse Liberalität, mit der er das für die Untersuchung erforderliche Glutinpepton zur Verfügung gestellt hat.

Analytische Belege.

Fleisch-Analysen

(nach Kjeldahl).

I.	4,197 g	Fleisch	enthalten	0,133 g N	= 3,192 %	N.
II.	4,999 „	„	„	0,1575 „ N	= 3,15 „	N.
III.	4,422 „	„	„	0,1624 „ N	= 3,67 „	N.
IV.	3,364 „	„	„	0,1288 „ N	= 3,83 „	N.
V.	2,739 „	„	„	0,0924 „ N	= 3,37 „	N.
				Im Mittel:	3,44 „	N.

Pepton-Analysen

(nach Kjeldahl).

6,690 g Peptonchlorhydrat wurden mit destill. Wasser zu 25 ccm gelöst.

5 ccm der Lösung mit 1,338 g Peptonsalz enthalten 0,15815 g N = 11,82 % N.

5 ccm „ „ „ „ „ „ „ 0,16524 g N = 12,35 % N.

Diese Stickstoffwerte blieben bei der Berechnung der Stickstoffzufuhr, wie bereits oben (im Text S. 32) erwähnt wurde, unberücksichtigt.

Kot-Analysen

(nach Kjeldahl).

1. Fleischperiode (15 Tage):

Kot A; frisch: 27,2 g, trocken: 14,5 g.

1,495 g	ergaben	0,09089 g N	= 6,08 %
1,591 „	„	0,1022 „ N	= 6,42 „
1,536 „	„	0,0938 „ N	= 6,11 „
		Im Mittel:	6,20 % N.

Gesamt-N von Kot A = 0,899 g.

Kot B; frisch: 61,3 g, trocken: 37,6 g.

1,461 g	ergaben	0,0784 g N	= 5,37 %
1,508 „	„	0,0812 „ N	= 5,38 „
		Im Mittel:	5,375 % N.

Gesamt-N von Kot B = 2,021 g.
Gesamtstickstoff des in 15 Tagen entleerten Kotes:
0,899 g + 2,021 g = 2,920 g.
Stickstoffausscheidung im Kot *pro die* = 0,195 g.

1. Peptonperiode (13 Tage):
Gesamtkot; frisch: 79,65 g, trocken: 55,45 g.
1,488 g ergaben 0,084 g N = 5,645 %
1,553 „ „ 0,0868 „ N = 5,589 „
Im Mittel: 5,617 % N.
Gesamtstickstoff des in 13 Tagen entleerten Kotes = 3,11 g.
Stickstoffausscheidung im Kot *pro die* = 0,24 g.
2. Fleischperiode (12 Tage):
Gesamtkot; frisch: 74,5 g, trocken: 46,7 g.
1,510 g ergaben 0,0980 g N = 6,49 %
1,862 „ „ 0,1260 „ N = 6,766 „
Im Mittel: 6,63 % N.
Gesamtstickstoff des in 12 Tagen entleerten Kotes = 3,10 g.
Stickstoffausscheidung im Kot *pro die* = 0,258 g.

2. Peptonperiode (8 Tage):
Gesamtkot; frisch: 69,6 g, trocken: 37,35 g.
1,703 g ergaben 0,0728 g N = 4,274 %
1,906 „ „ 0,0868 „ N = 4,554 „
Im Mittel: 4,414 % N.
Gesamtstickstoff des in 8 Tagen entleerten Kotes = 1,6486 g.
Stickstoffausscheidung im Kot *pro die* = 0,206 g.

3. Fleischperiode (3 Tage):
Gesamtkot; frisch: 28,25 g, trocken: 13,95 g.
1,490 g ergaben 0,0784 g N = 5,26 %
1,690 „ „ 0,0924 „ N = 5,47 „
1,7485 „ „ 0,0924 „ N = 5,29 „
Im Mittel: 5,34 % N.
Gesamtstickstoff des in 3 Tagen entleerten Kotes = 0,7449 g.
Stickstoffausscheidung im Kot *pro die* = 0,248 g.

Erste Fleischperiode.

Datum	Gewicht des Hundes	Temperatur des Hundes	Temparatur der Luft	Harn: Menge von 24 Stunden u. Reaktion	Harn: spec. Gewicht	Harn: % Na Cl	Harn: Gesamt-Na Cl	Harn: % Harnstoff	Harn: Gesamt-Harnstoff	Bemerkungen.
1892	g	°	°	ccm						
22. VI.	5800			470	1020	0,59	2,773	2,527	11,877	
23. VI.	5870			577	1017	0,56	3,231	2,458	14,183	
24. VI.	5800	38,5	22	578	1021	0,52	3,0	3,0428	17,5873	
25. VI.	5770	38,3	18	584	1019	0,53	3,095	2,6336	15,4065	
26. VI.	5700	38,3	18	587	1017	0,51	2,9937	2,7244	15,99	
27. VI.	5700	38,5	19	576	1016			2,9472	16,9758	
28. VI.	5870	38,5	20	375	1021	0,66	2,475	3,25	12,1875	
29. VI.	5860	38,4	22	516	1016	0,53	2,7348	2,7504	14,1920	
30. VI.	5810	38,4	21	450 alkal.	1016	0,57	2,565	2,1984	9,8928	1. Kot. frisch: 27,2 g. trocken: 14,5 „
1. VII.	5870	38,5	18	475 alkal.	1017	0,51	2,422	2,6992	12,82	
2. VII.	5790	38,4	15	554 alkal.	1018	0,65	3,60	2,5908	14,35	2. Kot. frisch: 24,2 g. trocken: 12,8 „
3. VII.	5810	38,5	18	470 schw.alkal.	1024	0,69	3,24	3,7220	17,49	
4. VII.	5880	38,6	22							
5. VII.	5950	38,4	22	445 schw.alkal.	1022	0,68	3,026	3,146	13,9997	
6. VII.	5950	38,4	20	485 schw.alkal.	1027	0,96	4,656	3,736	18,12	
7. VII.	6000	38,4	18	420 schw.alkal.	1027	0,91	3,82	4,021	16,89	3. Kot. frisch: 27,2 g. trocken: 16,55 „

Der Hund erhält am 6. VII. einige Stunden nach der Fütterung Knochen.

Erste Peptonperiode.

Datum	Gewicht des Hundes	Temperatur des Hundes	Temperatur der Luft	Harn: Menge von 24 Stunddn u. Reaktion	Harn: spec. Gewicht	Harn: % Na Cl	Harn: Gesamt-Na Cl	Harn: % Harnstoff	Harn: Gesamt-Harnstoff	Bemerkungen.
1892	g	°	°	ccm						
8. VII.	6000	38,5	22	390 schw.alkal.	1022	0,95	3,705	4,7	18,33	4. Fleischkot. frisch: 3,8 g trocken: 2,5 „
9. VII.	6060	38,4	21	529 alkal.	1019	0,62	3,28	3,2388	17,13	
10. VII.	5980	38,5	23	210 neutral	1020	0,93	1,95	2,982	6,26	
11. VII.	6050	38,3	19	576 alkal.	1018	0,80	4,61	3,3704	19,41	
12. VII.	5970	38,4	21	675 sauer	1017	0,76	5,13	2,9384	19,83	1. Peptonkot. frisch: 13,2 g trocken: 9,25 „
13. VII.	6020	38,4	21	470 sauer	1016	0,61	2,87	2,9840	14,02	
14. VII.	6000	38,5	17,5	400 sauer	1028	1,39	5,56	4,1856	16,74	
15. VII.	6030	38,3	16	395 sauer	1027	1,52	6,00	3,7412	14,78	
16. VII.	6050	38,3	17	375 sauer	1028	1,12	4,20	4,2548	15,96	
17. VII.	5950	38,3	17	430 sauer	1022	0,96	4,13	3,5028	15,06	
18. VII.	5970	38,4	17	535 sauer	1023	0,93	4,92	3,1548	16,91	2. Peptonkot. frisch: 21.2 g trocken: 16,8 „
19. VII.	5970	38,4	15	490 sauer	1024	1,33	6,52	3,2320	15,84	
20. VII.	6010	38,4	15	385 sauer	1030	1,18	4,54	3,8808	14,94	

Am 19. VII. nachmittags Knochen.

Zweite Fleischperiode.

Datum	Gewicht des Hundes	Temperatur des Hundes	Temperatur der Luft	Harn: Menge von 24 Stunden u. Reaktion	Harn: spec. Gewicht	Harn: % Na Cl	Harn: Gesamt-Na Cl	Harn: % Harnstoff	Harn: Gesamt-Harnstoff	Bemerkungen.
1892	g	°	°	ccm						
21. VII.	6030	38,5	14	445 schw. sauer	1030	1,56	6,94	3,4484	15,345	3. Peptonkot. frisch: 36,75 g trocken: 22,9 „
22 VII.	6100	38,4	15	519 neutral	1026	1,15	5,97	3,4764	18,04	
23. VII.	5990	38,5	17	425 alkal.	1023	1,12	4,76	2,6888	11,43	4. Peptonkot. frisch: 8,5 g trocken: 6,5 „
24. VII.	6010	38,4	15	455 alkal.	1029	1,40	6,37	3,2664	14,86	
25. VII.	6050	38,4	17	570 schw. alkal.	1024	1,15	6,555	2,8004	15,96	
26. VII.	5980	38,5	16	644 alkal.	1023	1,07	6,89	3,16	20,35	
27. VII.	6030	38,4	17	556 alkal.	1025	1,39	7,73	3,2196	17,90	1. Fleischkot. frisch: 6,7 g trocken: 6,0 „
28. VII.	6000	38,5	19	542 alkal.	1024	1,03	5,58	3,1564	17,11	
29. VII.	6010	38,3	22	390 alkal.	1022	1,05	4,095	3,0296	11,815	
30. VII.	6000	38,5	22	641 schw. alkal.	1019	0,61	3,91	3,0592	19,61	2. Fleischkot. frisch: 32,05 g trocken: 22,75 „
31. VII.	5980	38,3	21	585 neutral	1024	1,01	5,91	3,6272	21,22	
1. VIII.	6100	38,4	22	410 alkal.	1026	1,20	4,92	2,7976	11,47	3. Fleischkot. frisch: 35,75 g trocken: 17,95 „

Am 31. VII. nachmittags Knochen.

Zweite Peptonperiode.

Datum	Gewicht des Hundes	Temperatur des Hundes	Temperatur der Luft	Harn: Menge von 24 Stunden u. Reaktion	Harn: spec. Gewicht	Harn: % Na Cl	Harn: Gesamt-Na Cl	Harn: % Harnstoff	Harn: Gesamt-Harnstoff	Bemerkungen.
1892	g	°	°	ccm						
2. VIII.	5950	38,3	19	680 sauer	1015	0,82	5,58	2,4436	16,62	
3. VIII.	5980	38,3	17	455 sauer	1022	1,42	6,46	3,6592	16,65	
4. VIII.	5900	38,4	17	430 schw. sauer	1028	1,91	8,21	3,79	16,30	
5. VIII.	5990	38,4	16	405 schw. sauer	1028	1,40	5,67	4,0144	16,26	
6. VIII.	5980	38,4	15	445 sauer	1028	1,64	7,30	4,4188	19,66	
7. VIII.	6010	38,3	19	325 sauer	1029	1,67	5,43	4,7456	15,42	
8. VIII.	6140	38,4	21	190 alkal.	1036	1,14	2,17	4,6232	8,78	1. Peptonkot. frisch: 47,2 g trocken: 25,05 „
9. VIII.	6000	38,3	19	595 sauer	1017	0,99	5,89	2,94128	17,50	

Der Hund erhält am 8. VIII. einige Stunden nach der Fütterung Knochen.

Dritte Fleischperiode.

Datum	Gewicht des Hundes	Temperatur des Hundes	Temperatur der Luft	Harn: Menge von 24 Stunden u. Reaktion	Harn: spec. Gewicht	Harn: % Na Cl	Harn: Gesamt-Na Cl	Harn: % Harnstoff	Harn: Gesamt-Harnstoff	Bemerkungen.
1892	g	°	°	ccm						
10. VIII.	6050	38,4	19	370 sauer	1020	1,54	5,70	2,9188	10,80	
11. VIII.	6025	38,2	17	375 alkal.	1032	1,57	5,89	4,5308	16,99	2. Peptonkot. frisch: 22,7 g trocken: 12,3 „
12. VIII.	6050	38,4	17	460 alkal.	1031	1,66	7,64	3,7640	17,31	Fleischkot. frisch: 28,25 g trocken: 13,95 „

Der Hund erhält am 11. VIII. nachmittags Knochen.

Für den Harn vom 10., 11. und 12. VIII. wurde zur Kontrolle der Harnstofftitration (nach Pflüger) der Stickstoffgehalt auch noch nach Kjeldahl bestimmt.

Datum	Gesamte Harnmenge	Analysierte Menge	Stickstoff: in 5 ccm Harn (nach Kjeldahl)	Stickstoff: in 370 ccm Harn (nach Kjeldahl)	Stickstoff: aus Titration berechnet	Differenz	Bemerkungen.
1892	ccm	ccm	g	g	g		
10. VIII.	370	5	0,0672	4,973	5,039	0,066	Sämtliche Differenzen können, als im Bereich der gewöhnlichen Fehlergrenzen liegend, unberücksichtigt bleiben.
11. VIII.	375	5	0,1064	7,99	7,927	0,063	
12. VIII.	460	5	0,0868	7,985	8,076	0,091	